Geologische Monographie

des

Herzogstand-Heimgarten-Gebietes.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

philosophischen Fakultät II. Sektion

der

Königl. Bayer. Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Joseph Knauer.

München.

Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

1906.

Geologische Monographie

des

Herzogstand-Heimgarten-Gebietes.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

philosophischen Fakultät II. Sektion

der

Königl. Bayer. Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Joseph Knauer.

München.

Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

1906.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547427_0028

Einleitung.

Auf Anregung und unter Leitung meines hochverehrten Lehrers Herrn Prof. Rothpletz wurde das im nachstehenden beschriebene Gebiet von mir im Laufe der Jahre 1904 und 1905 eingehend untersucht. Die Fossilien wurden im geologisch-paläontologischen Institut bestimmt und beschrieben, wobei mir durch gütige Erlaubnis von Prof. Rothpletz die Benützung der Paläontologischen Sammlung in ausgedehntem Maße zur Verfügung stand. Bei der Ausarbeitung meines Materiales erfuhr ich von Dr. Schlosser und Dr. Broili wertvolle Förderung meiner Arbeiten, wofür ich hiermit meinen herzlichsten Dank ausspreche. Insbesondere aber fühle ich mich bewogen, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Rothpletz meinen ergebensten Dank auszusprechen für die rege Unterstützung und die wertvollen Ratschläge, die mir bei meinen Arbeiten im Felde und im Institut zuteil wurden.

Zur Topographie.

Der in vorliegender Arbeit geologisch beschriebene Teil des oberbayerischen Gebirges umfaßt den Kamm des Herzogstand-Heimgarten mit Einschluß des bis zur Loisach sich erstreckenden nördlichen Vorlandes. Während im Osten, Norden und Westen die Abgrenzung des Gebietes sowohl orographisch, wie insbesondere auch geologisch in der Natur gegeben ist, endet die geologische Kolorierung im Süden der Karte an einer von Eschenlohe nach dem Walchensee gezogenen geraden Linie. Die südöstliche Grenze des Gebietes wird gebildet von dem nordwestlichen Ufer des Walchensees und von der alten Kesselbergstraße, wo auch zugleich eine wichtige tektonische Linie verläuft. Kochelsee und Unterauer Moos

(resp. Loisach) begrenzen das Gebiet im Osten. Im Norden und Westen schließt der Lauf der Loisach das Gebiet ab, wobei zu bemerken ist, daß die Nordgrenze zugleich mit der südlichen Verbreitungsgrenze der oligocänen Molasse zusammenfällt.

Zur Begehung und Kartierung dieses Gebietes benötigte ich die Zeit vom 12. August bis 20. September 1904 und vom 1. Mai bis 24. Oktober 1905. Leider wurden im September und Oktober 1905 die Arbeiten durch die Ungunst der Witterung sehr gehemmt, so daß ich einzelne Partien im südlichen Teile, wie Hirschberg, Rothwandkopf und Südflanke des Fahrenbergkopfes leider nicht mehr in meine Karte einbeziehen konnte.

Als topographische Unterlage dienten mir die Blätter 836 und 837 der Topographischen Karte 1 : 25 000 (früher Positionsblätter) von Bayern.

Zur Stratigraphie.

An dem Aufbau des behandelten Gebietes beteiligen sich folgende Formationen und Formationsglieder:

Trias:	Wettersteinkalk,
	Raibler Schichten,
	Hauptdolomit,
	Plattenkalk,
	Kössener Schichten.
Jura:	Lias-Hierlatzkalk,
	Lias-Kieselkalk,
	Lias-Fleckenmergel oder Algäuschiefer,
	Malm-Transversariusschichten,
	Wetzsteinschiefer-Aptychenschichten.
Kreide:	Cenoman.
Tertiär:	Flysch.
Quartär:	Diluvium und Alluvium.

A. Trias.

1. Wettersteinkalk.

Petrographisches: Der Wettersteinkalk ist ein heller, weißer bis grauer und graubrauner Kalkstein. Es ist zum Teil deutlich gebankt; an manchen Stellen aber ist fast keinerlei Bankung wahrzunehmen. Am frischen Bruch zeigt der Kalk ein dichtes bis feinkörniges Aussehen. Ein charakteristisches Merkmal ist die großoolithische Struktur, wie sie an einigen Stellen der „fallenden Laine“ zu sehen ist. Klastisches Material fehlt dem Wettersteinkalk vollständig; seine Entstehung ist durchaus organogener Natur. Dies läßt sich am besten da konstatieren, wo der Kalk einer langsamen und gleichmäßigen Anätzung durch Humussäuren ausgesetzt war; man sieht da an der Oberfläche die tierischen und pflanzlichen Organismen, aus denen der Kalk aufgebaut ist, durch die Ätzung herausziseliert. Eine solche Stelle findet sich am Eingang in die „fallende Laine“ unweit des Felsenkellers am Kochelsee; das Gestein besteht hier aus „lithodendronartigen“ Korallenstöcken; an anderen Stellen setzen Kalkalgen das Gestein zusammen.

Versteinerungen: Außer den erwähnten Korallen und Kalkalgen fanden sich keine Versteinerungen.

Aus dem Wettersteinkalkzug, den die Kochelbergstraße durchquert, erhielt v. Ammon seinerzeit ein schönes Exemplar der *Chemnitzia (Coelostylina) gradata* Mor. Hoernes.

Mächtigkeit: Die absolute Mächtigkeit des Wettersteinkalkes läßt sich nicht angeben, da das Liegende nirgends aufgeschlossen ist. Jedenfalls aber beträgt die Mächtigkeit mehr als 250 m.

Verbreitung: Das Vorkommen des Wettersteinkalkes ist auf den östlichen Teil des Gebietes beschränkt. Hier bildet er das in schroffen Felswänden aufsteigende Südwestufer des Kochelsees; ferner bestehen die isolierten Felskuppen beim Müller am Joch (am Südostufer des Sees) ebenfalls zum Teil aus Wettersteinkalk.

2. Raibler Schichten.

Petrographisches: Am Aufbau dieses Horizontes nehmen außerordentlich wechselnde Gesteinsmassen teil. Den größten Anteil haben die Rauhwacken, die in feinzelligen bis grobzelligen Varietäten vorkommen; dazu kommen unmerkliche Übergänge von allmählich dichter werdender Rauhwacke zu Dolomit. Weiter finden sich helle, zum Teil gelbliche dünnschichtige Dolomite, dolomitische Kalke, dunkelgraubraune, manchmal zellige Kalke mit rostigen Flecken; letztere finden sich auch stellenweise im Dolomit. Manchmal sind kleine Gipskristalle in der Rauhwacke eingesprengt. Stellenweise finden sich auch Sandsteine und sandige Mergel.

Mächtigkeit: Die absolute Mächtigkeit läßt sich nicht feststellen, sicherlich beträgt sie mehr als 100 m, wahrscheinlich sogar einige hundert Meter.

Verbreitung: Die Raibler Schichten finden sich in zwei Längszügen. Der nördliche ausgedehntere Zug erstreckt sich auf der Nordseite des „Schmalwinkel“ und „Auf der Platten“ wahrscheinlich bis zu der großen Querverwerfung östlich des „Simmersberges“. Die Raibler grenzen im Norden an Flysch, im Süden an Hauptdolomit, und zwar jedesmal an einer Verwerfungslinie. Dies läßt sich im östlichen Teile des Zuges an den zum Kochelsee herabziehenden Hängen noch sehr gut konstatieren. Auf den Höhen jedoch verdecken mächtige Moränen und Diluvialschotter den Kontakt im Norden wie im Süden; auf das Vorhandensein der Raibler läßt dort oben überhaupt nur das Vorkommen einzelner aus den diluvialen Ablagerungen hervorragender Rauhwackenblöcke schließen. Ein schöner Aufschluß findet sich am östlichen Ende dieses Zuges, wo die Rauhwacke zu wasserbautechnischen Zwecken abgebaut wird. Der südliche Längszug der Raibler Schichten ist in den Wettersteinkalkzug eingefaltet und es entspricht seine Erstreckung ganz derjenigen des Wettersteinkalkes.

Versteinerungen: Versteinerungen fanden sich bisher in den Raibler Schichten noch nicht.

3. Hauptdolomit.

Petrographisches: Im großen und ganzen ist die mächtige Schichtenserie des Hauptdolomites ziemlich gleichförmig ausgebildet. Die Schichten bestehen aus einem dichten Dolomit von meist grauer Farbe; jedoch wechselt dieses Grau in den verschiedensten Nuancen von hellgrau bis dunkelgraubraun; hie und da finden sich Butzen von schneeweißen zuckerkörnigen Dolomitkristallen; ebenso findet man

zuweilen rötlich gefärbten Dolomit. Eine charakteristische Eigentümlichkeit des Hauptdolomites ist die ungemein starke, unregelmäßige Zerklüftung, durch die das Gestein in kleine polygonale Stücke zerbrochen ist; auf den feinen Klüften findet sich meist ein dünner Belag von Kalkspat. Nicht selten kommen im Hauptdolomit Einlagerungen von dunkeln, bituminösen Kalken und Asphaltschiefern vor; ihre Mächtigkeit ist jedoch sehr gering, meist nur einige Dezimeter.

Mächtigkeit: Der Hauptdolomit besitzt hier eine Mächtigkeit bis zu 1200 m.

Verbreitung: Der Hauptdolomit nimmt im südlichen Teile des Gebietes in grossem Umfang am Aufbau des Gebirges teil. So besteht z. B. der Hauptkamm Herzogstand-Heimgarten-Rauheck-Buchrain von Grund auf aus südlich einfallendem Hauptdolomit, der nur auf der Südflanke des Kammes zum Teil noch mit Plattenkalk und Kössener Schichten überdeckt ist.

Zwei kleinere Züge von Hauptdolomit finden sich im Zentrum des Gebietes. Der südliche Zug beginnt nicht weit vom Südende des Kochelsees am Jochbach und zieht an dem Wettersteinkalkzug entlang gegen Westen; am Jochfleck verschwindet er unter der Almwiese, taucht aber im Westen wieder auf und erstreckt sich — immer breiter werdend — auf der Nordflanke des Röthelsteins bis zu der großen Querverwerfung zwischen Röthelstein und Simmersberg. Der zweite nördliche Zug ist nicht so ausgedehnt; er erstreckt sich, parallel dem Raiblerzug, auf der Nordflanke des Schmalwinkels beginnend über den P. 1118 (südlich von „Auf der Platten") bis an die große Querverwerfung.

Gänzlich unvermittelt ist ein drittes Vorkommen des Hauptdolomites und zwar mitten zwischen den Juraschichten östlich von Ohlstadt.

Versteinerungen fand ich im Hauptdolomit nicht vor.

4. Plattenkalk.

Petrographisches: Im Hangenden des Hauptdolomites gehen die Dolomitschichten unmerklich in Kalkschichten über, die nur mit Hilfe verdünnter Salzsäure vom Dolomit unterschieden werden können, da sie im gesamten Habitus dem Dolomit ungemein ähnlich sehen. Es ist daher schwer, eine genaue Grenze zwischen Hauptdolomit und Plattenkalk festzustellen. Nach oben zu werden die Plattenkalke mergelig und fossilreicher, um dann alsbald unmerklich in die typischen Kössener Mergel überzugehen; eine genaue Grenze ist auch hier nicht zu ziehen, denn einerseits vollzieht sich der Übergang von den Kalken zu den Mergeln ganz allmählich, andererseits sind die im Plattenkalk vorkommenden Fossilien echte Kössener Fossilien, so daß nur der größere Reichtum an Fossilien einen Unterschied ermöglicht.

Die Mächtigkeit der Plattenkalke beträgt schätzungsweise 300—400 m.

Verbreitung: Der Plattenkalk findet sich in drei Bezirken vor. Der südliche, bei weitem ausgedehnteste Zug erstreckt sich am Hauptkamm Herzogstand-Heimgarten-Buchrain vom Walchensee bis zum Buchrain, indem er den nach Süden fallenden Hauptdolomit überlagernd das Südgehänge des Kammes bildet. Zwei kleinere Vorkommnisse des Plattenkalkes finden sich am Nordgehänge des Hauptkammes: das eine davon ist südlich des Jochbaches, das andere südlich des Roßkopfes; letzteres wird vom Pionierweg gekreuzt.

Versteinerungen: In den unteren und mittleren Schichten sind bestimmbare Fossilien sehr selten; hauptsächlich findet man da an den Gesteinsflächen

angewitterte Querschnitte von Fossilien. Erst in den oberen, allmählich in die Kössener Schichten übergehenden Lagen beginnen Fossilien häufiger zu werden und zwar hauptsächlich Mollusken.

5. Kössener Schichten.

Ich möchte hier gleich im voraus bemerken, daß ich leider kein vollständiges Normalprofil durch die ganze Serie der Kössener Gesteine legen konnte, denn einerseits finden sich in den Kössener Schichten wegen der üppigen Vegetation nur sehr spärliche Aufschlüsse, andererseits streichen durch die ausgedehnte Kössener Mulde am Joch eine Anzahl Längsverwerfungen, die eine genaue Festlegung der aufeinander folgenden Horizonte unmöglich macht. Die im folgenden näher ausgeführte Schichtenfolge kann daher keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit machen, da sie nur durch Kombination gewonnen ist.

Die obersten Schichten des Plattenkalkes gehen, wie schon erwähnt, unmerklich in die typischen Kössener Mergel und Mergelkalke über; die Farbe dieser Gesteine ist gelbbraun bis dunkelbraun, grau bis graublau. Es wechseln härtere Mergelkalke mit schieferigen Mergellagen ab; dazwischen finden sich einzelne dünnplattige Bänke, die ganz erfüllt sind von Muschelschalen wie *Gervillia inflata, Myophoria inflata, Modiola minuta, Corbula alpina* etc. Auf einem Stück fossilreichen Mergelkalkes fanden sich Anhäufungen von zahlreichen etwa $^1/_2$—1 mm großen Pyrithexaedern; die Flächen der Hexaeder sind parallel den abwechselnden Kanten gerieft. Die Fauna dieser unteren Schichten ist eine reine Lamellibranchiatenfauna, entspricht also der schwäbischen Facies des Rhäts. Über diesen Mergeln folgt eine Reihe kalkiger Schichten, wechsellagernd mit dünnen Mergelschichten. Die Kalke sind von hellgrauer bis dunkelgrauer, brauner oder bläulicher Farbe; diese zum Teil knollig sich absondernden Kalke sind häufig mit Drucksuturen und Klüften durchschwärmt, auf denen sich ein eigentümlicher schwarzer Beschlag findet. In diesen Schichten findet sich eine gemischte Fauna, neben Lamellibranchiaten wie *Avicula contorta, Pecten, Lima* etc., Brachiopoden wie die schöne *Terebratula pyriformis* in großen Exemplaren, vereinzelt auch schlecht erhaltene Korallen. Über diesen Schichten scheint nur eine Serie von Mergeln und Mergelkalken mit fast ausschließlicher Brachiopodenfauna zu liegen und zwar ist es eigentümlicherweise eine ausgesprochene Mikrofauna; ich fand an zwei voneinander ganz unabhängigen und weit voneinander entfernten Stellen diese Mikrofauna vor; die eine liegt an der Nordwand des Buchrains und zwar ist es hier ein hellgelber, wie es scheint mehrere Meter mächtiger Mergel; die andere Stelle findet sich im Norden des Röthelsteins bei „Auf der Platten"; hier sind es hauptsächlich Mergelkalke; an beiden Stellen ist die *Terebratula gregaria* ungemein häufig, findet sich aber nur in kleinen Exemplaren vor; daneben fand ich nur in je einem Exemplar *Spiriferina uncinata, Avicula contorta, Plicatula intustriata.*

Die oberen Lagen der Kössener Schichten werden von kalkigen Ablagerungen gebildet; zunächst sind es dunkelgraue, fast blauschwarze Kalke; bestimmbare Versteinerungen sind selten; ich fand darin nur vereinzelt eine *Terebratula pyriformis.* Dagegen finden sich in diesen, besonders aber in den darüber folgenden Schichten verhältnismäßig häufig Rasen von lithodendronartigen Korallen. Die dunklen Kalke werden allmählich heller, zum Teil bräunlich; es fand sich darin ein unbestimmbarer Pecten. Die Kalke werden nach oben zu noch heller und eigentümlich fleckig, indem sich bereits oolithische Struktur einstellt; schließlich

werden sie hellgelblich bis weiß und von ausgesprochener Oolithstruktur. Wir sind damit in einen Horizont sehr reinen tonfreien Kalkes gelangt, der in mehrfacher Hinsicht äußerst interessant ist. Es ist kein Zweifel, daß diese hellen, gelblichen, zum Teil rein oolithischen Kalke identisch sind mit einem Horizont, den Wähner in seiner Monographie über das Sonnwendgebirge eingehend untersucht und beschreibt und dem er die Bezeichnung „weißer Riffkalk" beilegt. Über die stratigraphische Stellung dieses Kalkes schreibt Wähner: „Die Hauptmasse dieser Gesteine ist ein wahrer Korallenriffkalk und entspricht faciell und stratigraphisch dem, was heute gewöhnlich als oberer Dachsteinkalk bezeichnet wird." Daß Wähner die Bezeichnung „oberer Dachsteinkalk" fallen läßt, ist sehr zu begrüßen; denn der Ausdruck „oberer Dachsteinkalk" ist nur geeignet, Verwirrung anzurichten und Verwechslungen mit dem eigentlichen und älteren Dachsteinkalk hervorzurufen. Ebenso halte ich aber auch die Bezeichnung „weißer Riffkalk" nicht für opportun; denn sie deutet mit keiner Silbe auf das Alter der Schichten; ich würde vorschlagen, die bisher als „oberer Dachsteinkalk" bezw. als „weißer Riffkalk" bezeichneten Schichten mit dem Namen „rhätische Grenzkalke" zu belegen. Diese Bezeichnung deutet doch wenigstens das Alter und die Stellung dieser Schichten an. Diese hellen, reinen Kalke, die in meinem Gebiet einige Bedeutung am Aufbau des Gebirges besitzen, sind entweder deutlich geschichtet bezw. gebankt oder massig ausgebildet. Die Farbe ist rein weiß, gelblichweiß oder hellgrau. Während die weißen und hellgrauen Partien vollständig dichte Struktur besitzen, läßt sich an den gelblichweißen Kalken schon mit der Lupe eine prächtige Oolithstruktur konstatieren; auf Dünnschliffen sieht man, daß die rundlichen Körner, die durch Kalkspat untereinander verkittet sind, deutliche schalige Struktur besitzen, also echte Oolithe sind. Diese hellgelblich-weißen oolithischen Kalke sind die obersten Lagen des ganzen Schichtkomplexes. Daß die Hauptmasse dieser „rhätischen Grenzkalke" wirklich noch rhätischen Alters sind, beweisen die echten rhätischen Fossilien, die Wähner in diesen Kalken fand, wie z. B. *Avicula contorta, Spiriferina Koessenensis, Rhynchonella fissicostata, Terebratula pyriformis, Waldheimia norica.* Mit Ausnahme von Korallen und Crinoideenstielgliedern fand ich in den „rhätischen Grenzkalken" bisher noch keine Fossilien vor. Dagegen nehmen lithodendronartige Korallenstöcke an dem Aufbau der weißen und grauen Kalke (nicht der gelblichweißen oolithischen Kalke!) großen Anteil; leider war es mir nicht möglich, die Korallen spezifisch zu bestimmen, da der Erhaltungszustand im Gestein sehr schlecht ist; man sieht zwar die Korallen an der angewitterten Oberfläche des Gesteins; macht man aber Dünnschliffe, so ist von Korallen meist gar nichts oder nur sehr wenig zu sehen, so daß jeglicher Versuch, die Korallen zu bestimmen, scheitert. In den oolithischen Kalken finden sich stellenweise vereinzelt Crinoideenstielglieder, die teilweise dem *Pentacrinus bavaricus* angehören; da wo diese Crinoideenstielglieder sich vorfinden, beginnen die oolithischen Kalke bereits sich rötlich zu färben; damit haben wir schon mit Gesteinen zu tun, die höchstwahrscheinlich als Übergangsglieder zwischen Rhät und Lias anzusehen sind; da eine scharfe Trennung auf Grund von Fossilien nicht möglich ist, habe ich die rein oolithischen Gesteine noch zum Rhät gezogen, diejenigen Gesteine dagegen, in denen Crinoideenstielglieder sich anzureichern beginnen und die rötliche Farben aufweisen, bereits zum Lias gezogen. Schließlich möchte ich noch bemerken, daß ich auf meiner Karte die „rhätischen Grenzkalke" nicht eigens ausgeschieden, sondern mit der Farbe der Kössener Schichten be-

zeichnet habe. Ich begründe dies damit, daß einerseits die Kössener Schichten unmerklich und allmählich in die „rhätischen Grenzkalke“ übergehen, andererseits auch echte Kössener Versteinerungen in den „rhätischen Grenzkalken“ vorkommen, also auch eine Trennung auf Grund von Versteinerungen nicht angängig ist.

Mächtigkeit: Die Mächtigkeit des gesamten rhätischen Schichtenkomplexes ist außerordentlich schwankend. Die eigentlichen Kössener Mergel und Mergelkalke einschließlich der unteren dunkleren „rhätischen Grenzkalke“ dürften eine durchschnittliche Mächtigkeit von etwa 100—150 m besitzen. Die größte Mächtigkeit der oberen helleren Partien der „rhätischen Grenzkalke“ dürfte 50—80 m nicht überschreiten. Daraus würde sich also ergeben, daß die durchschnittliche Mächtigkeit der gesamten (rhätischen Ablagerungen) Kössener Schichten ca. 150 bis 200 m beträgt.

Verbreitung: Die Kössener Schichten finden sich, abgesehen von mehreren kleineren Vorkommnissen, in zwei großen Längszügen, von denen der eine im Norden, der andere im Süden sich längs des Hauptkammes „Herzogstand-Heimgarten-Raueck-Buchrain“ erstreckt. Der nördliche Zug beginnt am Joch, am Südende des Kochelsees, streicht gegen Westen zum Roßkopf, sodann über die Höhe des Rautecks zur Käseralpe, verschwindet dann unter diskordant darüber abgelagerten Kreideschichten, taucht aber südlich der Ochsenalpe wieder empor und streicht am Nordabhang des Hauptkammes entlang bis an den Westabbruch desselben. Der südliche Zug beginnt im Osten außerhalb des von mir kartierten Gebietes am Westufer des Walchensees, tritt auf dem Sattel zwischen Rothwandkopf und Heimgarten in meine Karte ein und zieht über Grieskopf, Wankhütte bis in den Graben südlich vom Buchrain. Ein kleiner Zug Kössener Mergel findet sich südlich von „Auf der Platten“. Weitere kleinere Vorkommnisse von Kössener Schichten, hauptsächlich „rhätischen Grenzkalken“ finden sich südlich der „nassen Hölle“ in der Haselrieslaine, ferner am Nordabhang des kleinen Illing.

Versteinerungen: An Versteinerungen fand ich in den Kössener Schichten:

1. *Terebratula gregaria* Suess. Ungemein zahlreich in den Mergeln und Mergelkalken am Nordabhang des Buchrains und südlich von „Auf der Platten“.
2. *Terebratula pyriformis* Suess. Aus den Kalken am Joch und vom Roßkopf.
3. *Spiriferina* cf. *uncinata* Schafhäutl. Vom Nordabhang des Buchrains.
4. *Avicula contorta* Portlock. Von fast allen Punkten, an denen Kössener Mergel anstehen.
5. *Gervillia inflata* Schafhäutl. Sehr häufig in den Mergeln des Joches, vom Rauteck, von der Unterauer Alpe, Ohlstädter Alpe, vom Buchrain.
6. *Lima praecursor* Quenstedt. Vom Joch.
7. *Pecten* sp. Von ebenda.
8. *Dimyodon intustriatus* Emmrich. Vom Nordabhang des Buchrains.
9. *Placunopsis alpina* Winkler. Vom Buchrain.
10. *Modiola* sp. Von ebenda.
11. *Modiola minuta* Goldfuss. Von ebenda.
12. *Leda percaudata* Gümbel. Von ebenda.
13. *Myophoria inflata* Emmrich. Vom Joch.
14. *Cardita munita* Stoppani. Von der Unterauer Alpe.

15. *Cardita austriaca* Hauer. Vom Joch und vom Rauteck.
16. *Homomya lagenalis* Schafhäutl. Vom Rauteck.
17. *Corbula alpina* Winkler. Vom Joch, Rauteck und Buchrain.
18. *Pentacrinus bavaricus* Winkler. Stielglieder aus den „rhätischen Grenzkalken" bei der Käseralpe.
19. Unbestimmbare Korallen von verschiedenen Plätzen.

Gümbel führt außerdem noch aus meinem Gebiet folgende Versteinerungen an:

1. *Lithodendron clathratum* Emmrich. Vom Heimgarten, Südgehänge.
2. *Ostrea rhaetica* Gümbel. Von ebenda.
3. *Myophoria inflata* Emmrich. Von ebenda.

B. Jura.

Die Juraablagerungen — und zwar besonders diejenigen des unteren Jura — sind in zweierlei Facies ausgebildet, in einer Kalk- und in einer Mergelfacies. Die Kalkfacies ist in einem ziemlich scharf umgrenzten Bezirk abgelagert, der sich im Herzen des Gebietes vom Mittereck zum Röthelstein und Käserberg erstreckt. Die Kalkfacies ist gegenüber der Mergelfacies verhältnismäßig reicher an organischen Überresten und zwar walten hier im Gegensatz zur Mergelfacies die Brachiopoden, Crinoideen und Spongien vor. Leider ist der Erhaltungszustand der Brachiopoden, deren Schalen manchmal geradezu gesteinsbildend werden, so ungünstig — es sind nämlich größtenteils nur isolierte Ventral- oder Dorsalschalen —, daß nur einige wenige Stücke sicher bestimmt werden konnten.

Der Bezirk der Mergelfacies ist im untersten Jura scharf von dem der Kalkfacies geschieden; aber schon im Laufe des mittleren Lias dringen die Algäu-Fleckenmergel in den Bezirk der reinen Kalkablagerungen ein und verdrängen sie schließlich vollständig. Die Gesteine der Mergelfacies sind verhältnismäßig versteinerungsarm; sie enthalten hauptsächlich Ammoniten und Lamellibranchiaten.

1. Lias.

a) Die Kalkfacies.

I. Unterer Lias. Kieselkalk.

Konkordant und durch Übergänge miteinander verbunden lagern auf den „rhätischen Grenzkalken" eigentümlich verwitternde Schichten. Sie bestehen aus dünngeschichteten bis dick gebankten, hell- bis dunkelgrauen, zum Teil fast schwarzblauen Kieselkalken, die reich an Spongiennadeln sind. An Dünnschliffen lassen sich die Spongiennadeln allerdings schwer nachweisen, da die Kieselnadeln während des Schleifens aus dem sie einschließenden weicheren Gestein meist herausgerissen werden. Dagegen lassen sich prächtige Kieselnadelpräparate gewinnen, wenn man das Gestein in Salzsäure löst. Der unlösliche Rückstand besteht aus einem Gewirr von teilweise sehr gut erhaltenen Vierstrahlern und Einstrahlern; daneben viel Bruchstücke von Nadeln und schlecht erhaltenen Radiolarien. Daß es aber nicht etwa verkieselte Nadeln von Calcispongien, sondern echte Silicispongiennadeln sind, läßt sich sehr gut an den die Nadeln durchziehenden Achsenkanälen konstatieren. Diese Kanäle sind durch Maceration von innen her erweitert; die Kanalwände sind deshalb sehr stark angefressen, an manchen Stellen sogar vollständig aufgelöst.

Bei der Verwitterung des Gesteins wird der weniger widerstandsfähige Kalk zuerst aufgelöst, das Kieselnadelgewebe wittert dann prächtig heraus, wodurch das Gestein einen „bimssteinartigen“ Charakter erhält.

Mächtigkeit: Die Mächtigkeit dieser Gesteinsgruppe ist sehr wechselnd; die größte Mächtigkeit dürfte 150 m nicht viel überschreiten. Gegen Westen zu nimmt die Mächtigkeit stetig ab und schließlich keilt sich der Komplex aus, um allmählich in die Crinoideenkalke der Hierlatzfacies überzugehen. Diese Übergangsglieder sind sehr interessant. Die grauen Kieselkalke bekommen rötliche und purpurne Farbe, manchmal reichert sich die Kieselsäure zu runden, teilweise kopfgroßen Hornsteinknollen an. Dann wird das Gestein ärmer an Kieselsäure, dafür reicher an Crinoideenstielgliedern, bis es schließlich zum echten spätigen Crinoideenkalk der Hierlatzfacies wird.

Verbreitung: Die Liaskieselkalke sind auf einen scharf umgrenzten Bezirk beschränkt, sie liegen in der vom Joch zum Käserberg ziehenden Kössener Mulde. Während sie aber gegen Osten früher wahrscheinlich weiter verbreitet waren und nur durch die Erosion jetzt verschwunden sind, keilen sie sich gegen Westen regelrecht aus. Für sie treten dann die Kalke der Hierlatzfacies ein.

Versteinerungen: Bestimmbare Fossilien konnte ich aus diesen Schichten nicht gewinnen. An Dünnschliffen läßt sich außer vereinzelten Crinoideenstielgliedern und schlecht erhaltenen Radiolarien nichts erkennen. Dagegen lassen sich in dem durch Auflösen des Gesteins in Salzsäure zurückgebliebenen Rückstand zum Teil sehr gut erhaltene Skelettstücke von Kieselspongien isolieren. Die Kieselnadeln gehören Vierstrahlern und Einstrahlern an. Unter den Vierstrahlern finden sich die Formen des Caltrop, Dichocaltrop, Orthotriaen und Dichotriaen. Neben diesen Nadeln finden sich Kieselspiculae in der Form der Sterraster. (Vergl. „Rauff, Paläospongiologie, Paläontographica.“ Bd. 40.) Außerdem finden sich in dem Lösungsrückstand seltenere unbestimmbare Radiolarien.

Auf das Alter dieser Kieselkalke läßt sich aus diesen organischen Resten nicht schließen. Trotzdem kann man mit ziemlicher Sicherheit sagen, daß diese Kalke den ganzen untersten Lias von der Psilonotenschicht bis zum oberen β inklusive repräsentieren. Für diese Annahme sprechen einige gewichtige Gründe. Erstens lagern die Kieselkalke vollständig konkordant auf den „rhätischen Grenzkalken“ und sind durch eine ununterbrochene Gesteinsfolge mit ihnen fast untrennbar verbunden. Zweitens fand Söhle in diesen Kieselkalken des Labergebirgs *Schlotheimia angulata* Schloth. und *Rhynchonella plicatissima* Quenst.; ferner in eben diesen Schichten des Ammergebirgs ebenfalls *Schlotheimia angulata* Schloth. und *Pentacrinus tuberculatus* Miller. Aus diesen Funden, wenn sie auch in benachbarten Gebieten gemacht wurden, kann man das Alter der Kieselkalke mit ziemlicher Sicherheit feststellen.

II. Unterer Lias. Hierlatzkalk.

Wie im vorstehenden schon erwähnt, treten im Westen, wo die Kieselkalke auskeilen, die Crinoideenkalke der Hierlatzfacies für dieselben ein und liegen konkordant auf den „rhätischen Grenzkalken“. Ebenso wie sie mit der Facies der Kieselkalke durch Übergangsglieder verbunden sind, sind sie auch mit den „rhätischen Grenzkalken“ fast untrennbar verbunden. Bei Besprechung der letzteren habe ich ausgeführt, daß ich die Grenze zwischen Lias und Rhät da ziehen möchte, wo die

Gesteine reicher an Crinoideenstielgliedern werden und rötliche Farben anzunehmen beginnen. Es finden sich alle Nuancen von gelb, orangegelb, gelblichrot, rosarot, rötlich bis zum schönen typischen Rot des Hierlatzmarmors. Im Hierlatzkalk finden sich aber auch Partien schneeweißen, flaserigen Kalkes, der zum Teil kristallinisch wird. Die petrographische Zusammensetzung der unteren Lagen ist noch ähnlich derjenigen der „rhätischen Grenzkalke"; doch treten die Oolithe nach oben zu immer mehr zurück, während Schalendetritus und Crinoideenstielglieder immer mehr Bedeutung gewinnen. Stellenweise finden sich Nester von „Pentacrinitenhaufwerk" und reiner Lumachelle.

Der Hierlatzkalk ist entweder gar nicht oder nur undeutlich geschichtet resp. dickgebankt. Sehr gut geschichtet sind aber die Übergangsglieder zu den Liaskieselkalken.

Mächtigkeit: Die Mächtigkeit des Hierlatzkalkes genau festzustellen ist nicht möglich, da der Anschluß an die jüngeren Glieder des Jura durch die Kreideablagerungen verdeckt ist. Meiner Meinung nach dürfte sie der Mächtigkeit der Liaskieselkalke entsprechen, sie aber kaum übertreffen.

Verbreitung: Die Kalke der Hierlatzfacies sind eng an den Verbreitungsbezirk der Liaskieselkalke gebunden; sie schließen sich, wie schon erwähnt, im Westen an diese an und nehmen an dem Aufbau der Süd- und Ostflanke des Röthelsteins ziemlich Anteil, wenn sie auch hauptsächlich nur in den höheren Regionen aus der Kreidebedeckung hervorragen.

Das Vorkommen des Hierlatzkalkes am Röthelstein war bereits Schafhäutl bekannt, wie aus folgender Stelle ersichtlich ist: „Neuerdings treffen wir denselben roten Marmor wieder am Röthelstein, der sich an den hohen Heimgarten am linken Ufer des Kochelsees anlegt." (Geognostische Untersuchungen des südbayerischen Alpengebirges. München 1851 pag. 27.) Unverständlich ist mir daher folgende Bemerkung Gümbels: „Erst am äußersten Nordrande als Fortsetzung des von Hindelang über Ammergau bis Eschenlohe verfolgten Zuges im Kochelseegebirge finden sich einzelne kleine Partien, aber nicht am Röthelstein, wie Herr Konservator Schafhäutl angibt — denn diese Felshörner bestehen aus rötlichem Kalke voll Orbituliten der Kreide, — sondern ...."; ferner: „der rote Kalk des Röthelsteins am Kochelsee gehört der Orbituliten führenden Kreide an." (Gümbel, Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. Gotha 1861. pag. 447 und 425.) Nun ist ja allerdings richtig, daß der oberste Gipfel des Röthelsteins aus Kreideablagerungen besteht, aber nicht weit unterhalb des Gipfels am Südhange treten die Hierlatzkalke aus der Kreideüberdeckung hervor; ebenso sind Aufschlüsse im Hierlatzkalk am Westabhang des Röthelsteins und zwar unmittelbar am Wege zur Käseralpe, so daß es mir ein Rätsel bleibt, wie Gümbel diese Hierlatzkalke übersehen konnte.

Die Hierlatzkalke grenzen im Norden mittels Verwerfungslinien an Hauptdolomit resp. sind an einer Stelle in Hauptdolomit eingekeilt. Im Süden ist der Anschluß der (OW. streichenden und 60 - 70° nach S. fallenden) Schichten an die Juraglieder durch die diskordant darüber lagernden Kreideschichten verdeckt.

Versteinerungen: Der Hierlatzkalk — und zwar besonders in seinen roten Varietäten — ist außerordentlich reich an organischen Resten; doch ist der Erhaltungszustand ein derart mangelhafter, daß nur sehr selten bestimmbare Fossilien aus dem Marmor zu gewinnen sind. Hauptsächlich sind es Brachio-

poden, weniger häufig Lamellibranchiaten; daneben Crinoideen und unbestimmbare Foraminiferen; Cephalopoden fanden sich keine vor.

1. *Avicula Sinemuriensis* d'Orbigny. 11 Stück von verschiedenen Stellen.
2. *Spiriferina Haueri* Suess. Zwei gut erhaltene Ventralschalen.
3. *Spiriferina* cf. *alpina* Oppel. Zwei minder gut erhaltene Stücke, davon eine Jugendform.
4. *Spiriferina* sp. indet. Mehrere Stücke, die wegen mangelhaften Erhaltungszustandes schwer zu bestimmen sind.
5. *Rhynchonella belemnitica* Quenst. Drei zum Teil sehr gut erhaltene Stücke.
6. *Terebratula* sp. indet. Eine Menge schlecht erhaltener Stücke, die sich nicht bestimmen lassen.
7. *Pecten palosus* Stoliczka. Ein Stück.

Das aus der Lagerung der Hierlatzkalke mit Sicherheit festzustellende Alter wird durch obige Fossilliste noch bestätigt. *Spiriferina Haueri* Suess findet sich im unteren Lias der Alpen; *Rhynchonella belemnitica* Quenst. gehört dem Lias α an. *Avicula Sinemuriensis* findet sich sowohl im unteren wie im mittleren Lias. Jedenfalls ist sicher, daß in diesen Kalken der untere Lias repräsentiert ist. Dagegen konnte ich nicht feststellen, bis zu welchem Horizont die Hierlatzkalke hinaufreichen, da ja die Anschlußstelle an die jüngeren Glieder von Kreideablagerungen überdeckt ist.

b) Die Mergelfacies.

III. Die Algäu-Fleckenmergel.

Diese Facies umschließt eine Serie von gelblichen, grauen, zum Teil auch schwarzen schieferigen Mergeln, die mit grauen oder graublauen Mergelkalken wechsellagern. In den unteren Partien herrschen die Kalkbänke vor; zwischen den Bänken finden sich dann nur dünne Mergellagen. In den oberen Partien gewinnen dagegen die Mergel die Oberhand. Die Fleckenmergelkalke sind leicht an dem muschelig-splittrigen Bruch und den dunkeln Flecken zu erkennen.

Mächtigkeit: Die Mächtigkeit der Fleckenmergel dürfte ungefähr 100—150 m betragen; sie ist überhaupt nur an einer Stelle sicher zu konstatieren, nämlich an der etwas nach Süden überkippten Mulde am Rauteck. An den übrigen Stellen sind die Fleckenmergel in eine Reihe von Falten gelegt, so daß es unmöglich ist, die Mächtigkeit auch nur abzuschätzen.

Verbreitung: Die Fleckenmergel finden sich in zwei ungefähr parallelen Längszügen. Der südliche Zug beginnt am Mittereck und streicht, den Kern der Kössener Mulde bildend, über Rauteck—Röthelsteinlaine zum Käserberg, wo er unter der Kreidebedeckung verschwindet. Südwestlich der Ochsenalpe taucht die Fortsetzung dieses Fleckenmergelzuges zugleich mit den Kössener Schichten wieder aus der Kreide auf und streicht an der Nordflanke des Hauptkammes entlang bis nördlich des Buchrains, wo er unter dem Gehängeschutt verschwindet.

Der nördliche Zug beginnt am Schmalwinkel und in der „nassen Hölle", zieht an der Nordseite des Röthelsteinmassivs entlang bis an die Querverwerfung; jenseits der Verwerfung findet der Zug am Simmersberg seine Fortsetzung und streicht dann in west-südwestlicher Richtung weiter, um dann nördlich der Feste bei Ohlstadt unter den Alluvionen zu verschwinden. Die nördliche Verbreitungs-

zone der Fleckenmergel ist zu einem großen Teil mit diluvialen Ablagerungen überdeckt.

Versteinerungen: In den Fleckenmergeln fanden sich an den verschiedensten Stellen folgende zum Teil sehr gut erhaltene Versteinerungen:

β. *Arietites raricostatus* Zieten. Wetzsteinlaine. (8 Stück.)
γ u. δ. *Inoceramus ventricosus* Sow. Überall zahlreich vorhanden.
Inoceramus nobilis Münst. Ebenfalls zahlreich.
Nautilus striatus Sow. Wetzsteinlaine. (1 Stück.)
Aegoceras cf. *Maugenestii* d'Orb. In dem unweit der Ochsenalpe fließenden Wasserlauf. (1 Stück.)
Lytoceras fimbriatum Sow. Schmalwinkel. (1 Stück.)
Phylloceras Capitanei Catullo. Vom Schmalwinkel, der „nassen Hölle" und aus den Fleckenmergeln östlich von Ohlstadt. (4 Stück.)
Phylloceras Partschi Stur. Simmersberg. (1 Stück.)
Belemnites paxillosus Schloth. Östlich von Ohlstadt. (1 Stück.)
Amaltheus margaritatus Montf. Von ebenda. (3 Stück.)
Amaltheus costatus spinatus Brug. Von ebenda und vom Simmersberg. (2 Stück.)
Amaltheus spinatus Brug. var. *nudus* Quenst. Wetzsteinlaine. (3 Stück.)
Harpoceras Ruthenense Reyn. *emend.* Meneghini. Östlich von Ohlstadt. (1 Stück.)
Harpoceras cf. *Boscense* Reyn. var. Meneghini. Östlich von Ohlstadt. (1 Stück.)
Harpoceras cf. *Normannianum* d'Orb. Schmalwinkel. (1 Stück.)
Harpoceras Algovianum Oppel. An einigen Stellen sehr häufig.
ζ. *Harpoceras Aalense* Zieten. Vom Simmersberg. (2 Stück.)
Harpoceras Reiseri Böse. Haselrießlaine. (2 Stück.)

Die nicht sicher bestimmbaren resp. neuen Arten verteilen sich auf folgende Horizonte:

β od. γ. *Aegoceras* sp. ind. Schmalwinkel. (1 Stück.)
γ. *Rhacophyllites* sp. ind. Östlich von Ohlstadt. (1 Stück.)
Phylloceras sp. ind. Von ebenda. (2 Stück.)
γ od. δ. *Aegoceras* sp. nov. Von ebenda. (1 Stück.)
ob. Lias. *Peronoceras* sp. ind. Haselrießlaine. (1 Stück.)
Phylloceras sp. nov. „Nasse Hölle". (1 Stück.)
Harpoceras sp. ind. Von ebenda. (1 Stück.)

Paläontologische Bemerkungen.

Aegoceras sp. nov. (Textfigur 1).

In dem östlich von Ohlstadt vom Illingstein herabkommenden Bacheinschnitt fand ich in den dort anstehenden Fleckenmergelkalkbänken ein gut erhaltenes *Aegoceras*, das von allen bisher in der Literatur beschriebenen Arten ziemlich abweicht, so daß es gerechtfertigt erscheint, das Stück einer neuen Spezies zuzuweisen.

In seinem äußeren Habitus erinnert es sehr an *Aegoceras ziphus* Ziet. resp. *Aegoceras planicosta* Sow. Aus dem Münchener paläontologischen Museum lag

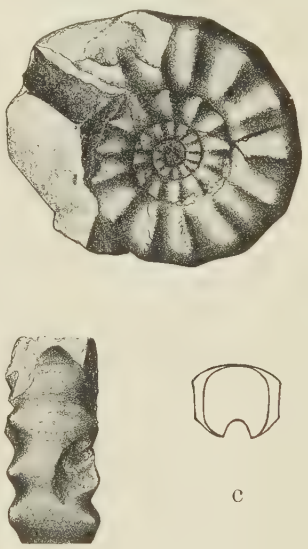
mir ein prächtig erhaltenes *Aegoceras ziphus* Ziet. aus dem Lias von Nancy vor. Ein Vergleich mit ihm zeigt verschiedene Abweichungen in Gestalt und Verlauf der Rippen und im Querschnitt der Windungen. Ebenso lassen sich Abweichungen von dem mit *Aegoceras ziphus* sehr nahe verwandten, wenn nicht gar identischen *Aegoceras planicosta* Sow. konstatieren.

Durchmesser	Höhe d. letzt. U.	Breite d. l. U.	Nabelweite
30,5 mm	29,8	30	44,9

Zu vorstehenden Abmessungen möchte ich bemerken, daß die Höhe und Breite des letzten Umgangs zwischen den Rippen abgenommen wurde. Die Abmessungen des zum Vergleich herangezogenen *Aegoceras ziphus* sind:

Durchmesser	Höhe d. letzt. U.	Breite d. l. U.	Nabelweite
31 mm	27	33	51

Es bestehen also nicht unerhebliche Unterschiede im Windungsquerschnitte des letzten Umgangs; während dieser bei meinem Stück beinahe gleich hoch und breit ist, verschieben sich die Verhältniszahlen bei dem *Aegoceras ziphus* nach entgegengesetzter Richtung um je 3 %; der Querschnitt ist also um fast $^1/_5$ breiter als hoch; dies entspricht auch ungefähr der Abbildung in Quenstedt auf Taf. 21, Fig. 15 (Quenstedt, „Die Ammoniten des schwäbischen Jura". I. Bd. Der schwarze Jura). Was den Querschnitt des *Aegoceras planicosta* betrifft, so scheinen hier starke Variationen vorzukommen, wie aus den Abbildungen bei Wright Taf. 24 (Wright, „A monograph of the Lias Ammonites") hervorgeht, so daß ein Unterschied im Mündungsquerschnitt zur Artabgrenzung zwischen diesem und meinem Stück nicht benützt werden kann. An meinem Stück lassen sich vier Umgänge zählen; der letzte Umgang trägt 14 kräftige Rippen. Die Rippe beginnt am Innenrand, erhebt sich da, wo sie die Flanke erreicht, zu einem Knoten, streicht dann in gerader, manchmal nach vorwärts geneigter Richtung über die Flanke hin gegen den Rücken zu; an der Kante zwischen der Flanke und dem abgeplatteten Rücken erhebt sie sich nochmals zu einem Knoten und löst sich dann in ein Bündel ganz feiner fadenförmiger Linien auf, das in Form einer Spindel über den Rücken zum korrespondierenden Knoten der anderen Flanke hinüberzieht. Diese deutlich doppelknotigen Rippen unterscheiden mein Stück sowohl von *Aegoceras ziphus*, wie auch von *Aegoceras planicosta*; letztere beiden besitzen nur die äußere Knotenreihe der Rippen und zwar sind die Knoten im Gegensatz zu meinem Stück sehr kräftig ausgebildet (siehe Wright Taf. 24, Fig. 4, 6, 7, und Quenstedt Taf. 21, Fig. 15 und 18).



Figur 1.
Aegoceras sp. nov.
a Seitenansicht. — b Rückenansicht. — c Mündungsquerschnitt.

Von Lobenlinie ist an meinem Stück leider keine Spur zu sehen.

Über den Horizont, in dem das Stück vorkommt, läßt sich nichts Sicheres sagen, da ich aus dieser Bank keine weiteren Versteinerungen besitze. Jedoch

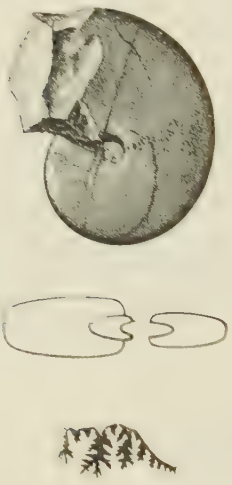
ist es wahrscheinlich, daß die Bank dem oberen Lias γ oder dem unteren Lias δ angehört, da sie gerade zwischen den Ablagerungen mit *Inoceramus ventricosus* (γ) und den Amaltheenschichten liegt.

Phylloceras sp. nov. (Fig. 2).

Aus den Fleckenmergeln am Bacheingang zwischen Schmalwinkel und „nasse Hölle" stammt ein sehr gut erhaltenes *Phylloceras*, das ich mit keinem der bisher bekannten Phylloceraten identifizieren konnte.

Durchmesser	Höhe d. letzt. U.	Breite d. l. U.	Nabelweite
30,5 mm	70	28	9

Die Schale ist sehr hochmündig und enggenabelt; die Flanken nur sehr schwach gewölbt. Der Abfall zum Nabel ist sehr scharf markiert und sehr steil, beinahe senkrecht; ebenso ist der Übergang von den Flanken zur flach gewölbten Externseite durch eine Kante markiert. Dieses *Phylloceras* erinnert dadurch sehr an *Phylloceras cylindricum* Sow., nur besitzt letzteres einen sehr viel breiteren Mündungsquerschnitt, um $^2/_5$ breiter als bei meinem Stück.



Figur 2.
Phylloceras sp. nov.
a Seitenansicht. — b Mündungsquerschnitt. — c Lobenlinie.

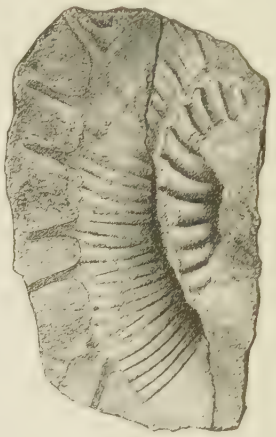
Die Lobenlinie ist sehr stark zerschlitzt. Die Sattelblätter des Externsattels spalten sich in je zwei Teile und zwar das der Innenseite zu gelegene zuerst, so daß der Externsattel zuerst dreiblätterig (dieses Stadium zeigt die Abbildung) und schließlich vierblätterig wird. Ebenso zerteilen sich die Sattelblätter des ersten Lateralsattels, so daß sie eigentlich nicht mehr die typische Blattform darstellen, sondern mehr lappenförmig erscheinen. Der zweite Lateralsattel und der erste, zweite und dritte Auxiliarsattel sind diphyllisch, der vierte Auxiliarsattel monophyllisch. Die Form des fünften Auxiliarsattels und der fünf internen Auxiliarsättel ist nicht festzustellen. Der Externlobus ist nur etwa $^2/_3$ so tief als der erste Laterallobus; letzterer ist in drei Äste zerspalten, jeder Ast endigt wieder in drei Spitzen. Der zweite Laterallobus ist nur etwa $^3/_4$ so tief als der erste Laterallobus. Außerdem sind noch fünf Auxiliarloben, ein Nahtlobus, vier interne Auxiliarloben nebst dem Antisiphonallobus vorhanden. Die außerordentlich stark zerschlitzten Loben deuten auf ein verhältnismäßig junges Alter hin; das Stück dürfte daher wahrscheinlich dem oberen Lias angehören.

Peronoceras (Hyatt) sp. (Fig. 3).

In den Fleckenmergeln der Haselrießlaine fand sich ein Bruchstück zweier Umgänge eines Ammoniten, der wahrscheinlich der Gattung *Coeloceras* resp. Untergattung *Peronoceras* angehören dürfte. Das Stück hat stark durch Gebirgsdruck gelitten; trotzdem läßt sich auf beiden Seiten die Skulptur der Windungen ziemlich gut erkennen. Die innere Windung ist verhältnismäßig weitgerippt; die kräftigen Rippen ziehen vom Nabelrand etwas nach vorwärts gewendet zur Externseite; an der Kante zur Flanke und Externseite erheben sie sich zu kräftigen

Knoten und lösen sich dann zu zwei oder drei feineren Rippen auf, die über die gerundete Externseite zum entsprechenden Knoten der gegenüberliegenden Kante hinüberziehen.

Die äußere Windung ist im Gegensatz zur inneren Windung verhältnismäßig viel feiner gerippt; auch hier ziehen die Rippen vom Nabelrand etwas nach vorwärts gerichtet zum Externrand; hier vereinigen sich aber stets zwei oder drei von ihnen in einem Knoten, der sich zu einem über 1 cm langen Stachel erhebt. Leider läßt sich nicht sehen, wie die Zahl und Form der von einem Knoten zum korrespondierenden Knoten über die Externseite hinüberziehenden Rippen beschaffen sind.



Figur 3.
Peronoceras (Hyatt) sp.

Das Stück steht wahrscheinlich dem *Peronoceras subarmatum* Young sehr nahe. Es stammt aus den Radiansmergeln der Haselrießlaine.

Stratigraphisches: Wie aus der Fossilliste hervorgeht, sind in den Fleckenmergeln außer dem Lias α und ε sämtliche Horizonte durch Leitfossilien nachgewiesen. Inwieweit das α vertreten ist, läßt sich nicht sagen, da das Liegende der β-Fleckenmergel nirgends aufgeschlossen ist. Daß Lias ε vollständig fehlen sollte, ist natürlich nicht anzunehmen; vielleicht gelingt es noch durch einen glücklichen Fossilfund, diese Frage zu lösen.

Anhang: Oberhalb der Käseralpe fand ich mitten in den Kreidekonglomeraten einen Block roten Mergelkalkes der Adnether Facies, aus dem ich eine Menge Arietenbruchstücke herauspräparieren konnte. Der schlechte Erhaltungszustand ließ eine ganz sichere Bestimmung nicht zu. Doch weisen der äußere Habitus, Dichte und Gestalt der Rippen auf eine Spezies aus der Gruppe des *Arietites geometricus* Oppel hin. Letzterer findet sich im Lias α.

Es läßt sich auf Grund dieses einzigen Blockes nicht sagen, ob die Adnether Facies hier eine größere Verbreitung besaß, oder ob diese roten Mergelkalke nur rötlich gefärbten Einlagerungen in den Fleckenmergeln angehören. Würde letzteres der Fall sein, dann wäre damit der Nachweis geliefert, daß die Fleckenmergel auch das α (wenigstens zum Teil) vertreten.

2. Dogger.

Doggervorkommnisse in der Kalkfacies konnte ich bisher in meinem Gebiet noch nicht auffinden; dagegen ist es höchstwahrscheinlich, daß der Dogger durch einen Teil der Fleckenmergel vertreten wird. Ich fand nämlich in den Fleckenmergeln der Haselrießlaine einen Ammoniten, der sicher der Spezies *Hammatoceras gonionotum* Ben. angehören dürfte. Vorerst stützt sich die Annahme des Doggervorkommnisses nur auf diesen einzigen Ammoniten; hoffentlich gelingt es mir weiterhin noch mehr Doggermaterial zu finden. Auf der Karte habe ich den Dogger nicht eigens ausgeschieden, da das Vorkommen vorerst noch zu geringfügig ist, um es auf der Karte zur Darstellung zu bringen.

Figur 4.
Hammatoceras cf. *gonionotum* Ben.

Paläontologisches:

Hammatoceras cf. *gonionotum* Ben. (Fig. 4).

1866. *Ammonites gonionotus* Benecke: Über Trias und Jura in den Südalpen pag. 172, Taf. 7, Fig. 3.

1886. *Hammatoceras gonionotum* Vacek: Oolithe von Kap. S. Vigilio. pag. 97, Taf. 16, Fig. 9. 10.

1894. *Hammatoceras gonionotum* Böse: Über liasische und mitteljurassische Fleckenmergel in den bayerischen Alpen. Z. d. d. g. G. 1894. Heft 4, pag. 764, Taf. 55, Fig. 1.

Das nur einseitige Stück ist verhältnismäßig gut erhalten. Auf dem letzten Umgang ist die Skulptur gut zu sehen; durch sorgfältiges Präparieren gelang es mir auch, an einer Stelle die Schale bis zur Mitte der Externseite freizulegen und das Vorhandensein eines rudimentären Kieles und damit die Zugehörigkeit zum Genus *Hammatoceras* festzustellen.

Durchmesser	Höhe d. letzt. U.	Breite d. l. U.	Nabelweite
34,6 mm	33	—	40

Diese durchschnittlichen Maße stimmen sehr gut mit denen eines Stückes von 38 mm Durchmesser in Vaceks Fauna von S. Vigilio überein. Die Schale ist ziemlich weitnabelig; die Umgänge nehmen nur langsam an Dicke zu. Die kräftigen Rippen ziehen von der Nabelkante radial nach auswärts, verdicken sich aber nach dem ersten Drittel und spalten sich in zwei, manchmal drei Äste, die dann, etwas nach vorwärts geneigt, der Externseite zulaufen, wo sie mit denjenigen der andern Seite einen stumpfen Winkel bilden; auf der Externseite findet sich — wie oben schon erwähnt — ein rudimentärer Kiel. In der Form und Anordnung der Rippen besteht also zwischen meinem Stück und dem von Vacek beschriebenen und abgebildeten Hammatoceraten kein Unterschied.

Lobenlinie ist an meinem Stück leider nicht zu sehen, weshalb ich auch die ganz bestimmte Identifizierung mit der Spezies *gonionotum* bei der Wichtigkeit dieses Fundes nicht wagte.

Anhang: An zwei Stellen (am Eingang in die Haselrießlaine und in der Wetzsteinlaine bei Ohlstadt) fand ich kleine Partien eines dunkelgrauen, fast schwarzen schieferigen Mergels, dessen Alter nicht sicher bestimmbar ist, der aber vielleicht und sogar wahrscheinlich in den Dogger gehört. Ich durchsuchte große Mengen dieses Mergels auf Versteinerungen und es gelang mir, eine Anzahl allerdings sehr schlecht erhaltener und verdrückter Fossilien (drei Ammoniten, einige Exemplare von Pecten und Macrodon und zahlreiche Posidonomyen) zu finden. Die Ammoniten zeigen geknickte Sichelrippen und erinnern sehr an *Ludwigia Murchisonae* Sow. Die Pecten- und Macrodonstücke sind unbestimmbar. Die Posidonomyen gleichen außerordentlich der *Posidonomya Suessi* Opp. Von letzterer hatte ich eine ganze Anzahl aus der Opalinuszone von Schloß Arva (Arvaer Comitat, Ungarn) zum Vergleich zur Verfügung. Interessant, wenn auch bedeutungslos, ist die petrographische Ähnlichkeit des ungarischen Gesteins mit dem aus meinem Gebiet stammenden Gestein. Da aber eine sichere Bestimmung dieser Fossilien nicht möglich ist, ist die Zuteilung dieser Mergel zum Dogger noch problematisch.

3. Malm.

I. Transversarius-Schichten.

Südlich von Großweil, an der Straße nach Unterau, liegt ein zeitweise in Betrieb befindlicher Steinbruch, der in rötlichem Marmor angelegt ist. Unvermittelt und ohne Zusammenhang mit den benachbarten Gebirgsgliedern geht dieser Marmor, rings von diluvialen und alluvialen Schottern umgeben, zutage. Gümbel schreibt über dieses Vorkommen: „Da die Schichten ein der regelmäßigen Schichtenstellung entsprechendes Einfallen zeigen, so kann man diese völlig isolierte Kuppe nicht für eine vom Gebirge herabgebrochene Felspartie halten, sondern muß annehmen, daß sie der Überrest einer größeren Gesteinsgruppe sei, deren benachbarte weiche Schichten abgenagt und von Schutt bedeckt in der Tiefe lagern (Gümbel: Das bayerische Alpengebirge, pag. 448). Meiner Meinung nach ist das mit dem hauptsächlichsten Streichen der übrigen Gebirgsglieder konkordante Streichen des Marmorvorkommens noch lange kein hinreichender Beweis dafür, daß das Gestein hier wirklich ansteht. Den Marmor für eine vom Gebirge herabgestürzte Felspartie zu halten, ist allerdings schon deshalb kaum angängig, weil in dem von mir untersuchten Gebiet dieser Marmor nirgendwo ansteht. Wenn das Vorkommen nicht so ausgedehnt wäre (es ist in einer Länge von beinahe 100 m aufgeschlossen), dann würde ich es am liebsten für einen großen erratischen Block erklären, der von dem Gletscher aus dem Karwendel herübertransportiert und hier abgelagert wurde.

Das Gestein ist ein braunroter, zum Teil ins violette spielender, sehr tonreicher Kalk. Im Freien verwittert er wegen seiner tonig-flaserigen Einlagerungen sehr rasch zu knolligen Absonderungen; bei genauer Untersuchung stellt sich dann heraus, daß jede solche knollige Absonderung einen schlecht erhaltenen Ammoniten enthält. Nur selten aber findet sich in dem von Humus bedeckten Abraumschutt des Steinbruches ein besser herausgeätztes Stück, das zur Feststellung des Alters der Schichten gebraucht werden kann. Die mikroskopische Untersuchung des Gesteins ergab neben feinen klastischen Bestandteilen eine große Menge von organogenem Material, insbesondere Foraminiferen (Globigerinen u. a.). Als Baustein ist der Kalk wegen seiner raschen Verwitterung nur für Innenzwecke zu gebrauchen.

Fast ebenso rätselhaft, wie die Herkunft, war bis vor kurzem (und ist es zum Teil noch) die stratigraphische Stellung dieser Schichten. Schafhäutl zählt folgende Fossilien als aus diesen Schichten stammend auf:

Arietites Conybeari Quenst.
Arietites Brooki Ziet.
Arietites raricostatus Ziet.
Arietites ceratitoides Quenst.
Arietites obtusus Sow.
Cycloceras Valdani d'Orb.
Cycloceras natrix Quenst.
Schlotheimia angulata Quenst.
Oxynoticeras oxynotum Quenst.
Phylloceras heterophyllum Quenst.
Nautilus aratus Schloth.

Von allen diesen Versteinerungen existiert aber kein Originalexemplar, weder in der Münchener Paläontologischen Sammlung, noch am K. Oberbergamt München. Ich bin fest überzeugt, daß Schafhäutl in diesem Fall ein Irrtum unterlaufen ist. Einen unzweifelhaften Beweis dafür, daß Schafhäutl Ungenauigkeiten bezüglich der Herkunft von Fossilien unterlaufen sind, liefert ein in der Münchener Paläontologischen Sammlung befindliches *Lytoceras fimbriatum*: das Originalstück stammt aus Berchtesgaden und ist auch richtig etikettiert; der Gipsabguß des Originals aber ist als von Unterau stammend etikettiert, und zwar von Schafhäutls eigener Hand! Daß also die von Schafhäutl aufgeführten Versteinerungen sicherlich nicht aus dem Marmorbruch zwischen Großweil und Unterau stammen dürften, gewinnt noch dadurch an Wahrscheinlichkeit, daß sämtliche aus diesem Bruch stammende und im Münchener Paläontologischen Institut liegenden bestimmbaren Stücke ausschließlich Formen des weißen Jura sind, während die Schafhäutl'schen Formen ausschließlich dem Lias angehören. Wenn dieser rote Kalk auch mehrere Stufen des weißen Jura vertreten mag, so ist es doch höchst unwahrscheinlich, daß er den gesamten Jura vom untersten Lias angefangen bis zum mittleren Malm in stets gleich bleibender Gesteinsausbildung vertreten sollte. Ich glaube, daß damit die Schafhäutl'schen Angaben endgültig als ein Irrtum abgetan sein dürften.

Gümbel führt in seiner Fossilliste aus dem Lias folgende Versteinerungen aus dem Großweiler Bruch an:

Schlotheimia Charmassei d'Orb.
Lytoceras fimbriatum Sow.
Phylloceras heterophyllum Sow.
Dumortieria Jamesoni Sow.

Gümbel gibt jedoch mit keinem Wort eine Erklärung, ob er sich bei seinen Angaben auf Schafhäutl stützt oder ob er die Stücke selbst gefunden hat. In der Münchener Paläontologischen Sammlung findet sich auch von diesen angeblich aus Großweil stammenden Versteinerungen kein einziges Originalstück vor. Es sind also auch die Gümbel'schen Angaben sehr problematisch.

Meiner Meinung nach wird es am besten sein, wenn man in diesem Falle die in der bisherigen Literatur sich findenden Angaben vollständig beiseite läßt und sich nur auf tatsächlich vorhandenes Material stützt. Dabei ist vor allem zu bemerken, daß im Jahre 1886 bei einer von Prof. Dr. Rothpletz geführten Exkursion mehrere oberjurassische Ammoniten (Perisphincten) gefunden und von Prof. Jäkel, der damals Teilnehmer der Exkursion war, bestimmt wurden. Er übergab die Belegstücke samt Notizen Oberbergrat v. Gümbel, der aber nichts darüber veröffentlichte. Dazu kommt, daß jüngst von Herrn Hans Saalfeld in diesem Bruch ein vorzüglich erhaltenes *Peltoceras transversarium* gefunden wurde. Durch diesen Fund ist ein sicherer Anhaltspunkt über das Alter eines Teiles der Schichten gegeben. Außer der Transversariusstufe scheinen aber noch mehr Horizonte des Malm vertreten zu sein; denn unter den übrigen aus diesem Bruch stammenden, allerdings gar nicht gut erhaltenen Versteinerungen dürfte ein Perisphinct der Spezies *P. polygyratus* Rein. angehören. *P. polygyratus* ist bisher aus dem weißen Jura β (Bimammatusschichten) beschrieben. Ein von mir gefundenes *Phylloceras tortisulcatum* d'Orb. läßt keinen genauen Schluß zu, da es bereits aus mehreren Horizonten bekannt geworden ist.

Es muß noch günstigen Funden der Zukunft überlassen bleiben, weiteres Licht in die rätselhaften stratigraphischen Verhältnisse dieses gänzlich unmotiviert aus der Talebene aufragenden Marmorvorkommnisses zu bringen.

Hier möchte ich noch bemerken, daß Säulen und Altarstücke der Schlehdorfer Schloßkirche aus diesem Transversariuskalk gefertigt sind.

II. Aptychen- oder Wetzsteinschichten.

Im Hangenden der Algäu-Fleckenmergel findet sich eine ziemlich mächtige Schichtenserie von vielfach wechselnden Gesteinen, die an verschiedenen Orten der bayerischen Alpen und besonders auch bei Ohlstadt auf Wetzsteine abgebaut werden, woher sie auch ihre Bezeichnung haben. Das Gestein ist teils ein dichter Mergelkalk, teils ein sehr harter und dichter, muschelig brechender Kieselkalk, in dem die Kieselsäure sehr gleichmäßig verteilt ist; jedoch findet sich auch in einzelnen Bänken die Kieselsäure zu graublauen, roten oder grünen Hornsteinlinsen konzentriert vor. Das Gestein ist dünnschieferig bis dünnplattig; die durchschnittliche Dicke der Platten beträgt 8—10 cm. Die Farbe des Gesteins ist außerordentlich wechselnd. Die unteren mehr mergeligen Schichten sind hellgrau (fast weiß) bis gelblich- oder grünlichgrau; darüber folgen dann mehr rötliche Schichten, die eigentlichen Wetzsteinschichten, die dann allmählich purpur- und dunkelrot werden; mitunter finden sich aber auch Einlagerungen von grüner Farbe. Sehr schön aufgeschlossen sind die Aptychenschichten in den Wetzsteinbrüchen bei Ohlstadt. Die Schichten sind sämtlich steil aufgerichtet, die älteren Glieder südlich, die jüngeren nördlich; gebrochen wird nur in den bunten Schichten, während die älteren grauen Varietäten nicht abgebaut werden. Selten finden sich ungestörte Partien im Gestein; meist sind die Platten stark gewunden und gepreßt.

Mächtigkeit: Die Mächtigkeit läßt sich nicht genau angeben, da das Hangende der Aptychenschichten nirgends aufgeschlossen ist. Sicherlich beträgt die Mächtigkeit mehr als 150 m.

Verbreitung: Die Aptychenschichten bilden, abgesehen von kleineren Vorkommnissen, einen von West-Süd-West nach Ost-Nord-Ost streichenden Zug, der unmittelbar östlich von Ohlstadt beginnt und an der Querverwerfung am Simmersberg endigt. Mitten in diesem Zug taucht ganz unvermittelt eine Partie Hauptdolomit auf, die nördlich mittels einer Verwerfung, südlich mittels einer Überschiebung an die Jura-Aptychenschichten grenzt.

Eine kleinere Partie von Aptychenschichten ist nördlich des kleinen Illing in die Lias-Fleckenmergel eingefaltet.

In der Haselrießlaine tauchen an mehreren Stellen unter der mächtigen Moränenbedeckung die Aptychenschichten auf; diese vereinzelten Vorkommnisse dürften einem gemeinsamen, in die Fleckenmergel eingefalteten Zug angehören, der in der „nassen Hölle“ beginnt und nach Westen streichend an der Nordseite des Röthelsteins endigt.

Versteinerungen: Außer Aptychen und unbestimmbaren Belemnitenresten fand ich in den Aptychenschichten keine weiteren Versteinerungen; letztere scheinen auch sehr selten zu sein; denn obwohl ich die Arbeiter in den Wetzsteinbrüchen bereits vor zwei Jahren beauftragt hatte, auf Versteinerungen zu achten und sie mir zu übergeben, bekam ich bis heute noch kein Stück eines Ammoniten od. dergl. Es sind auch die Aptychen nicht allzu häufig; nur an einer Stelle — am Simmersberg — fand ich eine Bank, die vollständig mit Aptychen besät war, so daß

letztere hier geradezu gesteinsbildend auftreten. Trotz ihrer relativen Häufigkeit sind die Aptychen nur selten so gut erhalten, daß man sie sicher bestimmen kann. Es gelang mir vorerst nur, *Aptychus punctatus* Voltz festzustellen. Dieser Aptychus ist aus dem Tithon beschrieben. Es gehört also ein Teil der Wetzsteinschichten ins Tithon. Wahrscheinlich repräsentieren die Wetzsteinschichten aber außer dem Tithon auch noch andere Stufen des weißen Jura und wohl auch des Doggers.

C. Kreide.

Nach den Aptychenschichten findet sich in der Reihenfolge der Ablagerungen plötzlich eine große Lücke, indem nämlich die Schichten des Neocoms in unserem Gebiet vollständig fehlen, und diejenigen des Gaults nur an wenigen Punkten an der Loisach von Gümbel nachgewiesen sind. Erst die Schichten der jüngeren Kreide und zwar des Cenomans haben wieder bedeutenden Anteil am Aufbau unseres Gebietes.

Da ich die Gault-Schichten in einer späteren Arbeit zu beschreiben gedenke, beginne ich sogleich mit der jüngeren Kreide.

1. Cenoman.

Petrographisches: Die Gesteine der cenomanen Kreide weisen eine große Mannigfaltigkeit in ihrer petrographischen Ausbildung auf. Weitere Verbreitung besitzen die Konglomerate und Breccien. Die Breccien bestehen hauptsächlich aus Hauptdolomitdetritus; sie sind an und zwischen den intakten Hauptdolomitklippen derart gelagert, daß es manchmal unmöglich ist, zu entscheiden, ob das betreffende Gestein seinem Entstehungsalter nach noch dem Hauptdolomit oder dem Cenoman zuzuzählen ist. Die Konglomerate bestehen aus Geröllen der in nächster Nähe anstehenden Gesteine, so des Hauptdolomits, des Rhäts und des Jura. Die Größe der Gesteine schwankt zwischen Erbsen- bis Kopfgrösse; die einzelnen Geröllstücke sind durch ein kalkig-sandiges Bindemittel miteinander zu einer Nagelfluh verkittet und zeigen manchmal sehr deutliche Eindrücke. Nach Söhle[1]) wird die Basis der cenomanen Ablagerungen von den Kieselkalken gebildet, über denen dann erst die Breccien und Konglomerate, wechsellagernd mit Mergeln, liegen sollen. Wenn ich die von Söhle angegebene Schichtenfolge auch an einer Stelle am Nordabhang des Buchrains konstatieren konnte, so möchte ich sie doch nicht für die normale halten; vielmehr scheinen mir die Breccien und Konglomerate meist die ältesten Schichten des Cenomans zu sein, neben und nach denen sich die Kieselkalke und Mergel absetzten. Die Kieselkalke sind entweder als graubraune, feinkörnige, sandige Kalke oder als grobkörnige Sandsteine mit kalkigem Bindemittel ausgebildet. Gümbel nennt diese letzteren „spitzsplitterige Hornsteinkalke“ und beschreibt sie folgendermaßen[2]): „Spitzsplitteriger Hornsteinkalk besteht aus einer vorherrschend kalkigen, dichten Grundmasse, welche von einer sehr großen Menge kleiner, schwarzer oder roter, spitzer, scharfkantiger Hornstein- und einzelner Dolomitsplitterchen vollgespickt ist. An den Außenflächen stehen diese, durch die Abwitterung der Kalkgrundmasse isolierten, Hornsteinsplitter als scharfe

[1]) Ulrich Söhle, Geologische Aufnahme des Labergebirges bei Oberammergau mit besonderer Berücksichtigung des Cenomans in den bayer. Alpen (Geognostische Jahreshefte 1896).

[2]) Gümbel, l. c. pag. 537.

Spitzen vor und verleihen diesem häufig mit Orbituliten erfülltem Gesteine ein ungemein rauhes Äußeres."

Die Mergel sind von grauer bis dunkelgraubrauner Farbe und ziemlich sandig, so daß ich sie als „sandige Mergelschiefer" bezeichnen möchte; einzelne Lagen sind geradezu Sandschiefer, in denen sich dann verkohlte Pflanzenreste und reichlich Schalentrümmer von Lamellibranchiaten, jedoch keine bestimmbaren ganzen Schalen finden. Mit diesen sandigen Mergeln wechseln 5—20 cm dicke, graue, sehr harte Kieselkalke, in denen sich nesterweise Schwefelkies in Form von größeren oder kleineren Kugeln oder Knollen eingesprengt findet. Inmitten dieser Mergel finden sich stellenweise Einlagerungen von weichen buntfarbigen, hauptsächlich intensiv roten Tonen.

Mächtigkeit: Da die Kreideschichten — obwohl in bereits in Bildung begriffenen Tälern abgelagert — noch sehr von der Gebirgsbildung ergriffen und in ihrer normalen Lagerung gestört und gefaltet wurden, ist es nicht möglich, eine genaue Messung der Mächtigkeit vorzunehmen; ich schätze die größte Mächtigkeit des Cenomans auf mindestens 150 m.

Verbreitung: Das Cenoman findet sich in einem ziemlich ausgedehnten, die große im Herzen des Gebietes gelegene Depression ausfüllenden Zug; er beginnt südwestlich von Ohlstadt am Eschenloher Moos mit dem Zeilkopf, verschwindet zunächst unter den Alluvionen des „Boschet", erscheint dann weiter östlich wieder und füllt das zwischen dem Hauptkamm und den Kulminationspunkten des Vorlandes gelegene Tal vollständig aus und findet in der Röthelsteinlaine und auf dem Rauteckkopf seine östliche Begrenzung. An den beiden Hängen dieser Depression steigt das Cenoman in ziemlich beträchtliche Höhen empor; so finden sich am Nordabhang des Hauptkammes die cenomanen Ablagerungen in 13—1500 m Höhe; ebenso erreichen sie in den Gipfeln des Illingsteins und Röthelsteins, die sie bedecken, eine Höhe von 1300 m resp. 1400 m.

An der Westseite des Röthelsteins, bei den sog. „Thorsäulen", sowie auf dem Rauteckkopf lagern die cenomanen Dolomitbreccien an und zwischen stehen gebliebenen Klippen von Hauptdolomit, so daß es unmöglich ist, auf der Karte die Grenzen zwischen den beiden Formationsgliedern genau einzuzeichnen; vielmehr konnte an beiden Stellen die Formationsgrenze nur approximativ angegeben werden. Mächtige enorme Konglomeratmassen sind unweit der Käseralpe (östlich davon im Tobel), sodann in der Kaltwasserlaine und am Nordabhang des Buchrains aufgeschlossen. Die Sandsteine, Sandschiefer und Mergelschiefer finden sich hauptsächlich im Schwarzraingraben, in den Wasserläufen westlich des Käserbergs, in der Kaltwasserlaine und am Nordabhang des Buchrains. Kieselkalke stehen hauptsächlich in der Röthelsteinlaine, auf dem Rauteckkopf, Röthelstein und unweit der Käseralpe an. Rote Tone sind am Westabhang des Käserbergs und am Nordabhang des Buchrains aufgeschlossen.

Benützt man den von Ohlstadt über die Käseralpe auf den Herzogstand führenden Weg, so schreitet man von Ohlstadt an bis fast auf die Käseralpe stets auf cenomanen Ablagerungen; zunächst bei Ohlstadt findet man Hauptdolomitbreccien, die sich links am Weg zu einem isolierten Felsen, der „Feste", erhebt; sodann findet man Sandsteine voll Orbitulinen, rötliche Tone und Mergel; rechts tief unten in der Kaltwasserlaine kann man dann mächtige Massen von Konglomeraten anstehen sehen; weiter oben, kurz unterhalb des Leonhardsteins, ist der Weg in den sandigen Mergelschiefern angelegt, eine Stelle, die sich nach Regen-

wetter durch ihren Schmutz unliebsam bemerkbar macht; noch höher oben führt der Weg durch ein in den cenomanen Mergeln liegendes Moor; danach kommt eine Lücke im Cenoman, durch die Rhät und Lias zutage gehen. Erst bei der Käseralpe tritt man wieder ins Cenoman ein und findet links tief im Tobel wiederum mächtige Konglomeratmassen, während am Wege selbst Kieselkalke, die sog. „spl: splitterigen Hornsteinkalke", anstehen. Erst sobald man die Steilstufe am Rauchköpfel erreicht, verläßt man endgültig die Kreide.

Die Gebirgsbildung muß bereits vor Ablagerung des Cenomans begonnen haben; denn die cenomanen Schichten sind deutlich in Buchten abgesetzt und zwar diskordant auf Trias- und Juragliedern; während und insbesondere nach der Bildung des Cenomans nahm die Gebirgsbildung ungeschwächt ihren Fortgang und hob einzelne Teile der Kreideschichten — wie oben erwähnt — in beträchtliche Höhen empor; ja, eine Scholle findet sich sogar nicht weit unterhalb des Heimgartengipfels auf dem nordwärts ziehenden Seitengrat in 1600 m Höhe. Ferner sind die in der Tiefe des Schwarzraingrabens und Schußgrabens gelegenen Mergel und Sandschiefer intensiv gefaltet. Ebenso zeigen die Konglomerate die Wirkung der Gebirgsbildung in Form von Eindrücken.

Versteinerungen: Versteinerungen sind mit Ausnahme der *Orbitulina concava* äußerst selten und finden sich fast ausschließlich nur in den Kieselkalken und Sandsteinen. In den Mergeln, die sich im benachbarten Labergebirge an einer Stelle so merkwürdig reich an Fossilien erwiesen, fand ich trotz eifrigsten Suchens nicht ein Stück.

1. *Orbitulina concava* Lam. Sehr zahlreich überall zu finden.
2. *Exogyra columba* Lam. Ein Stück vom Rauteckkopf.
3. *Janira aequicostata* Lam. Ein Stück aus den Kieselkalken unweit der Käseralpe.

Außerdem führt Gümbel aus meinem Gebiet noch folgende Versteinerungen an:

1. *Rhynchonella octoplicata* (?) Sow. Vom Illingstein.
2. *Pecten laevis* Nils. Vom Schwarzraingraben.
3. *Patella sp.* Von ebenda.
4. *Pleurotoma Roemeri* Rss. Von ebenda.
5. *Rostellaria Reussii* Gein. Von ebenda.

Anhang: Auf dem „kleinen Illingstein" finden sich mitten zwischen den Kreideablagerungen Felspartien eines gelblichen, versteinerungsleeren Kalkes, über deren Alter ich keine Anhaltspunkte finden konnte. Da sie sich aber inmitten von cenomanen Schichten vorfinden, so ist ihre Zugehörigkeit zum Cenoman sehr wahrscheinlich. Dieser Ansicht ist auch Gümbel; er schreibt[1]): „Aus ähnlichem, kristallinischem, schmutzig-gelblichem Kalke bestehen der Illingstein und der Röthelstein mit den Thorsäulen, auf deren höchsten Spitzen der Kalk, durch hier häufig angezündete Bergfeuer rot gebrannt, von Orbituliten dicht erfüllt ist." Letzteres ist nun bei dem erwähnten gelblichen Kalk nicht der Fall.

2. Gosauschichten. (?)

Ob diese Schichten in unserem Gebiet wirklich vorkommen, ist sehr zweifelhaft. Söhle[2]) schreibt: „Durch den neuesten Fund einer *Astrocoenia decaphylla* E. H.

[1]) Gümbel, l. c. pag. 549.

[2]) Ulrich Söhle, Das Ammergebirge (Geognost. Jahreshefte 1898) pag. 59.

im Schwarzraingraben bei Ohlstadt ist nun erwiesen, daß die echten Gosauschichten auch in den bayerischen Alpen vorkommen und sich in engster Überlagerungsbeziehung zu den Cenomanschichten mit der *Orbitulina concava* Lam. befinden." Es gelang mir weder das Originalstück dieses wichtigen Fundes zu erhalten, noch zu erfahren, an welcher Stelle des Schwarzraingrabens das Stück angeblich gefunden wurde. Da ich nun im Schwarzraingraben keine weiteren Fossilien fand, die dieses Vorkommen von Gosauschichten beweisen könnten, halte ich letzteres für sehr problematisch.

D. Flysch.

Petrographisches: Der Flysch wird durch eine mächtige Serie von Gesteinen repräsentiert, die in ihrem petrographischen Habitus eine ziemliche Mannigfaltigkeit aufweisen. Dunkelgraublaue, gelblich verwitternde, mergelige und sandige, oft sehr harte Kalke stellen das Hauptkontingent; mit diesen 20—40 cm mächtigen härteren Bänken wechsellagern dünne, weiche Mergelschichten. Daneben kommen Einlagerungen von glimmerreichen, groben Sandsteinen mit verkohlten Pflanzenresten und dunkelgraugrünen, aphanitischen Kieselkalken mit Glaukonitkörnchen vor.

Mächtigkeit: Da weder das Liegende noch das Hangende des Flysches bekannt ist und die Schichten noch dazu in eine Reihe von stehenden Falten gelegt sind, ist es unmöglich, die Mächtigkeit der Flyschablagerungen zu messen oder auch nur abzuschätzen.

Verbreitung: Die Flyschgesteine finden sich in einem sehr ausgedehnten Zuge, der, von Ohlstadt bis Schlehdorf sich erstreckend, die nördlichen Vorberge unseres Gebietes umfaßt. Dieser Zug bildet die unmittelbare Fortsetzung der dem benachbarten Labergebirge nördlich vorgelagerten Flyschzone und ist mit ihr durch die vereinzelt aus dem Eschenloher Moos hervorragenden „Kögel" offensichtlich verbunden. Eine normale Anlagerung des Flysches an die südlich von ihm gelegenen Gebirgsglieder konnte an keiner Stelle konstatiert werden; vielmehr scheint die südliche Flyschgrenze ganz und gar eine Verwerfungslinie zu sein. Die nördliche Grenze des Flyschgebietes konnte überhaupt nicht festgestellt werden, da sie durch die diluvialen Schotter, die das Flyschgebiet ohnedies in ausgedehntem Maße überdecken, vollständig verdeckt ist.

Infolge des durch die Moränenbedeckung und die üppige Vegetation bedingten Mangels an guten Aufschlüssen konnte eine Gliederung der Schichtenserie des Flysches leider nicht vorgenommen werden. Einzig die technisch verwertbaren Zementmergel sind in Steinbrüchen bei Ohlstadt (am Bahnhof) und bei Schlehdorf gut aufgeschlossen; sie werden zur Fabrikation von Roman-Zement verwendet.

Versteinerungen: Von Versteinerungen kann man eigentlich hier nicht reden. Die einzigen Überreste, die auf ehemalige organische Wesen des Flyschmeeres schließen lassen, sind

1. *Helminthoida crassa* Schafhäutl. Aus den Zementmergeln.
2. *Chondrites intricatus* Brogn. Von ebenda.

Daneben kommen, wie oben schon erwähnt, in den glimmerreichen Sandschiefern unbestimmbare, verkohlte Pflanzenreste vor.

E. Quartär.

1. Diluvium.

Eine große Rolle in der Oberflächengestaltung unseres Gebietes spielen Moränen und diluviale Schottermassen. Bedecken sie doch nicht weniger als ca. $^1/_4$—$^1/_5$ unseres Gebietes und verhindern an manchen wichtigen Stellen einen genauen Einblick in den Bau der darunter gelegenen Schichten. Die außerordentliche Ausdehnung der diluvialen Ablagerungen, ferner die Bedeutung, die sie höchstwahrscheinlich auch bei der Gestaltung des Loisachlaufes zwischen Murnauer Moos und Rohrsee besaßen, erfordern eine eingehende Spezialbearbeitung, die der nächsten Zukunft vorbehalten bleiben möge. Ich werde mich daher jetzt nur auf einige Angaben bezüglich der Art und Verbreitung der diluvialen Ablagerungen beschränken. Vor allem fallen schon bei oberflächlicher Begehung unseres Gebietes die mächtigen Grundmoränen auf, die in den Wasserläufen am Nordabhang des Illingsteins, östlich des Simmersbergs, nördlich des Röthelsteins, ferner in der Haselrießlaine durch die tief eingefurchten Bachbetten angeschnitten und prächtig aufgeschlossen sind. Die durchschnittliche Mächtigkeit dieser Grundmoräne dürfte 8—10 m betragen; doch ausnahmsweise findet sich eine Mächtigkeit von 20—30 m, wie z. B. bei einer am linken Ufer der Haselrießlaine angeschnittenen Moräne.

In dem flachen Talsattel südlich des Hirschbergs ist die Grundmoräne die Veranlassung zur Bildung von außerordentlich starken Quellen, die jetzt für die neue Wasserleitung von Schlehdorf gefaßt sind; während des Baues dieser Wasserleitung wurde der Blocklehm am Hirschberg gut aufgeschlossen.

Ein leicht zugänglicher Aufschluß einer Grundmoräne findet sich an der Straße zwischen Ohlstadt und Schwaiganger.

Mächtige diluviale Schotter lagern an dem von Herrnberg bis Großweil sich hinziehenden Gehänge des hügeligen Vorlandes.

Auch zwei Gletscherschliffe fand ich in unserem Gebiet, einen unweit Eschenlohe auf Hauptdolomit, den anderen westlich von Schlehdorf auf Flysch. Bei dem ersteren sind die Schichtköpfe des O—W streichenden Hauptdolomits quer durchschnitten und vom Gletscher angeschliffen; Schlifffläche (N 20° O 35° W geneigt), Schrammen (beinahe horizontal); der Schliff ist noch zum größten Teil mit Geschiebemergel bedeckt und wurde durch eine Weganlage aufgedeckt. Der andere bei Schlehdorf auf dem Bromberg befindliche Gletscherschliff ist weniger deutlich; er wurde erst letztes Jahr durch einen kleinen Bergrutsch von den dem darüber lagernden Geschiebemergel entblößt; die jetzt nur mehr undeutlich sichtbaren Schrammen werden infolge der raschen Verwitterung des Flysches wohl bald gar nicht mehr sichtbar sein. Schlifffläche (N 40° W 50° NO), Schrammen (ca. 15° NW).

2. Alluvium.

Ich habe Bergsturz und Gehängeschutt auf der Karte koloristisch nicht voneinander geschieden, weil einerseits die exakte Trennung und Definition der jeweiligen Ablagerungen schwer möglich ist, andrerseits das Kartenbild durch allzuviele Farben zu undeutlich würde.

Ein unzweifelhafter Bergsturz hat an der Nordwestseite des Buchrains stattgefunden. Die abgestürzten Massen lagern regellos durcheinander geworfen bei

dem „Boschet“, unweit der Bartlmä-Mühle; sie bedecken ein Areal von ca. $^1/_5$ qkm. Das Alter dieses Bergsturzes ist postglacial; er überdeckt nämlich die wegen ihrer diluvialen Kohle bekannten Schotter an der Bartlmä-Mühle.

Als Gehängeschutt lassen sich die am Fuße der Pfaffenwände, des Buchrains und der Reißenwand lagernden Schuttmassen bezeichnen.

An den Mündungen der von den Höhenzügen herabkommenden Wasserläufe breiten sich ausgedehnte Alluvionen in deltaförmigen Schuttkegeln aus; so liegt z. B. Ohlstadt nebst seinen Feldern auf einem solchen weit ausgebreiteten Schuttkegel; ebenso wird das Westufer der Kochelseesenke von typischen überhöhten Deltas gebildet, auf denen sich die Ansiedlungen erheben, so die Häuser an der Raut und das Dorf Großweil. Eine Ausnahme macht das Dorf und Schloß Schlehdorf, das nicht auf einem Delta, sondern auf einer allerdings sich nicht über das Moorniveau erhebenden Flyschhalbinsel liegt.

Zur Faciesentwicklung.

Faciesunterschiede machen sich erst zur Zeit des Rhäts bemerkbar. Während die Mergelfacies der Kössener Schichten in unserem Gebiet ursprünglich eine allgemeine Verbreitung besaß, stellt sich im nördlichen Teil des Gebietes alsbald die Kalkfacies ein, die sich vom Jochbach im Osten über Rauteck und Röthelstein nördlich bis zur Nordseite des Illings und südlich bis an die Nordwestseite des Buchrains erstreckte. Im südlichen Teil unseres Gebietes konnte ich bisher noch keine Spuren einer Kalkfacies des Rhäts auffinden.

Ich habe in der Facieskarte nur den Verbreitungsbezirk der Kalkfacies eingetragen, nicht aber den der Mergelfacies; es ist dadurch die Karte viel übersichtlicher geblieben.

Wenn auch in einem großen Teile des Gebietes rhätische Ablagerungen vollständig fehlen und z. B. am Röthelstein die Liasschichten direkt auf Hauptdolomit zu liegen scheinen, so konnte ich mich trotzdem nicht dazu entschließen, diese Teile als rhätfreies Gebiet — d. h. als ein Gebiet, in dem das Rhät überhaupt nicht zur Ablagerung gelangte — zu bezeichnen; denn es ist heute wohl nur ausnahmsweise möglich, sicher zu entscheiden, ob das Rhät an gewissen Stellen überhaupt fehlt oder ob es durch Erosion oder durch tektonische Vorgänge verschwunden ist.

Über die petrographische Entwicklung der rhätischen Kalkfacies habe ich mich bereits eingehend im stratigraphischen Teil dieser Arbeit verbreitet.

Ähnliche Verhältnisse, wie zur jüngsten Rhätzeit, herrschten in Bezug auf Faciesentwicklung auch zur ältesten Jurazeit. Ich habe früher schon darauf hingewiesen, daß die untersten Horizonte des Lias durch Kalke repräsentiert werden, die sich von den rhätischen Grenzkalken kaum trennen lassen. Der Verbreitungsbezirk der jurassischen Kalkfacies deckt sich daher seiner Lage nach vollständig mit dem der rhätischen Kalkfacies; nur ist er nicht so ausgedehnt; während er aber im Westen schon ursprünglich seine Grenze in der Gegend des jetzigen Schußgrabens hatte, scheint er im Osten nur durch Erosion seine engere Begrenzung gefunden zu haben.

Die jurassische Kalkfacies ist die unmittelbare Fortsetzung der rhätischen; dies ist schon allein durch die gemeinsame Lage ihres Verbreitungsbezirks er-

Facieskarte

sichtlich; andrerseits sind, wie schon erwähnt, die rhätischen Gesteine durch ganz allmähliche Übergangsglieder fast untrennbar mit den liasischen Gesteinen verbunden; ich habe diese Verhältnisse aufs eingehendste im stratigraphischen Teil besprochen.

Die Bedingungen für die Bildung der liasischen Kalkfacies müssen sich aber im Laufe des unteren Lias bald geändert haben; denn es hatten bereits zur Zeit des Lias γ die Mergelablagerungen von dem Gebiet der Kalkfacies wieder Besitz genommen, vielleicht mit Ausnahme des Hierlatzbezirkes; wie lange dieser aber noch bestehen blieb, läßt sich nicht konstatieren; die aus den Hierlatzkalken bisher gewonnenen Fossilien geben keinen Aufschluß, da Formen darunter sind, die sowohl im unteren wie im mittleren Lias vorkommen; andrerseits ist das Hangende der Hierlatzschichten infolge der Kreideüberlagerung nicht aufgeschlossen. Sicher war aber zur Zeit des oberen Lias die Mergelfacies wieder im ganzen Gebiet herrschend.

Zur Doggerzeit scheinen Faciesunterschiede keine Rolle gespielt zu haben; soweit ich überhaupt Doggervorkommnisse konstatieren konnte, waren es lediglich Mergelschichten; nicht eine Spur von Doggerkalken konnte ich auffinden. Dagegen bestand zur Malmzeit ein allerdings räumlich sehr eng begrenzter Kalkfaciesbezirk, dessen merkwürdiges Vorkommen ganz außerhalb der eigentlichen Gebirgsglieder ich ebenfalls schon im stratigraphischen Teil besprochen habe. In der Zeit des oberen Jura wurde dann die im oberen Lias schon begonnene facielle Ausgleichung vollendet, indem die Meeressedimente in gleichmäßiger petrographischer Ausbildung durch das ganze Ausbreitungsgebiet abgesetzt wurden.

Zur Zeit der unteren Kreide war unser Gebiet nicht vom Meere bedeckt. Erst die Zeit der jüngeren Kreide sah eine Transgression des Meeres. Das Meer drang wieder vor, überflutete das Gebiet der ersten Vorgipfel und füllte die bereits sich bildenden Vertiefungen aus. Ich zeichnete auf der Facieskarte die südliche Grenze bis zu der das Cenoman vordrang, ein.

In der Folgezeit wurde das Meer immer weiter nach Norden zurückgedrängt; in der Flyschzeit brandete es bereits außerhalb des Gebietes der Vorgipfel; seine mutmassliche Küstenlinie ist ebenfalls in der Facieskarte angedeutet.

Zur Molassezeit war unser Gebiet bereits ganz über den Wasserspiegel gehoben.

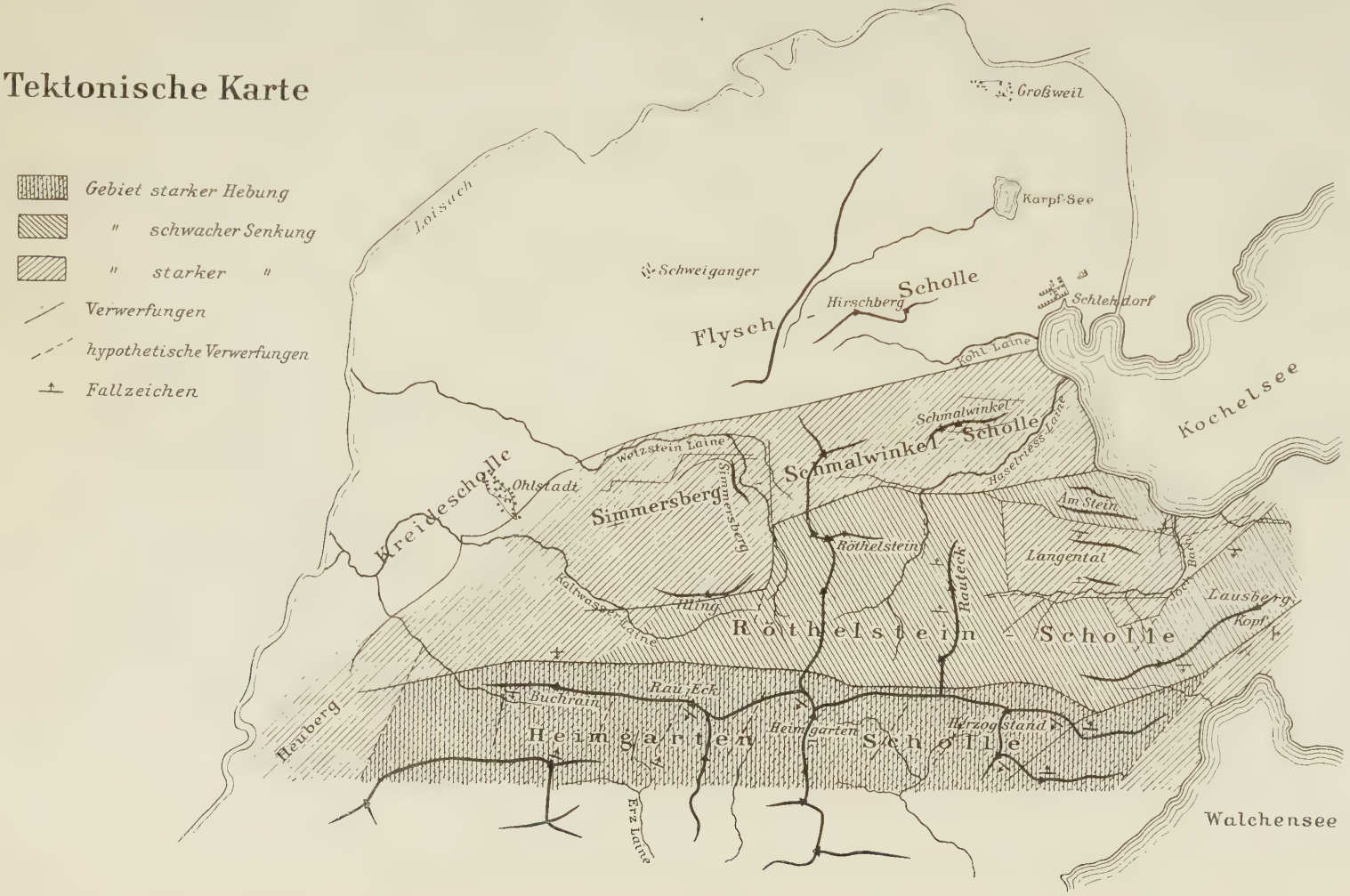
Zur Tektonik.

Sämtliche Formationsglieder unseres Gebietes — mit Ausnahme des Quartärs — haben durch die gebirgsbildenden Kräfte Lageveränderungen erfahren, die im folgenden genauer untersucht werden sollen.

Was den Bau unseres Gebietes in großen Umrissen betrifft, so kann man ohne Zaudern Rothpletzs Worte über den allgemeinen Bau des Benediktengebirges auch auf unser Gebiet anwenden. Rothpletz[1]) schreibt: „Tektonisch und orographisch besteht dieses Gebirge aus einer Aufeinanderfolge von Wellen, die gegen die Ebene rollen.“ Zwei deutlich ausgeprägte Mulden, verbunden durch einen (Luft)sattel, nehmen den größten südlichen Teil des Gebietes ein; eine dritte nördlichere Mulde ist sehr gestört und nur in Fragmenten als solche erkennbar.

[1]) Rothpletz, Geol. Querschnitt durch die Ostalpen, pag. 106.

Tektonische Karte



Diesen drei Mulden schließt sich im Norden das in eine Anzahl von Falten gelegte Flyschgebiet an.

Unser Gebiet ist von einer Reihe von Verwerfungsspalten durchzogen. Die sicher konstatierten Verwerfungen habe ich in die kolorierte Hauptkarte eingetragen; dazu kommen aber noch verschiedene hypothetische Verwerfungen, die ich wegen ungünstiger Terrainverhältnisse, resp. mangelnder Aufschlüsse nicht nachzuweisen vermochte, die aber als höchst wahrscheinlich vorhanden angenommen werden können, um den sonst unverständlichen Aufbau des Gebietes aufzuklären. Ich habe diese hypothetischen Verwerfungen auf der tektonischen Karte eingetragen, sie jedoch von den anderen Verwerfungen durch abweichende Zeichnung unterschieden.

Es lassen sich drei Systeme von Verwerfungen unterscheiden: die Verwerfungen des einen Systems streichen annähernd von Westen nach Osten; sie bilden das longitudinale System; eine Anzahl von Spalten streicht annähernd von Süden nach Norden und bildet das transversale System; eine dritte Gruppe von Spalten endlich hat die Richtung von annähernd Südwest nach Nordost; ich nenne, sie das diagonale System. Es besitzt neben dem longitudinalen System eine große Bedeutung im tektonischen Bau unseres Gebietes. Unter den Verwerfungen des longitudinalen Systems treten besonders drei Spalten hervor, die das Gebiet in drei Schollen zerlegen. Ich bezeichne sie als

1. Heimgartenscholle,
2. Kreidescholle,
3. Flyschscholle.

Die Kreidescholle habe ich weiter gegliedert in

a) Röthelsteinscholle,
b) Simmersberg-Schmalwinkelscholle.

Grund für diese Gliederung glaube ich darin zu haben, daß der nördliche Teil der Kreidemulde tiefer eingesunken ist als der südliche. Die Heimgartenscholle ist ein Gebiet starker Hebung. Die Kreidescholle ist im Verhältnis zu ihr Senkungsgebiet und zwar ist der nördliche Teil (Simmersberg-Schmalwinkelscholle) etwas stärker gesunken als die Röthelsteinscholle. Unter Hebung und Senkung ist natürlich nur die relative Lageveränderung der Schollen zueinander zu verstehen. Die Flyschscholle dürfte als schwach gehoben anzusehen sein, da sie — obwohl noch an ihrer ursprünglichen Ablagerungsstelle befindlich — durch die gebirgsbildenden Kräfte in steil stehende Falten zusammengeschoben und an den Fuß des Gebirges angepreßt wurde, weshalb auch an keiner Stelle eine normale Anlagerung des Flysches an das Gebirge vorhanden ist, vielmehr die ganze südliche Flyschgrenze durch eine Verwerfungsspalte gebildet wird.

Ich wende mich jetzt zur Beschreibung des Baues der einzelnen Schollen.

1. Die Heimgartenscholle wird von einer ausgedehnten Mulde gebildet, die, an den Pfaffenwänden im Loisachtal beginnend, sich in ost-süd-östlicher Richtung erstreckt und an der Reißenwand über dem Walchensee endet. Am Aufbau dieser Mulde nehmen außer der gewaltigen Serie der Hauptdolomitschichten auch die Plattenkalke und Kössenerschichten teil; letztere liegen im Muldenkerne und erstrecken sich in einem verhältnismäßig schmalen Streifen vom Buchrain über den Grießkopf zur Ohlstadter Alpe südlich des Heimgartens, wo sie dann das kolorierte Kartengebiet verlassen. Im östlichen Teil der Scholle — vom Heimgarten an — ist nur mehr der nördliche Flügel der großen Mulde im kartierten

Gebiet; der südliche Flügel liegt außerhalb. Die Schichtköpfe des Nordflügels der Mulde streichen an der Nordseite des ganzen Hauptkammes aus und bilden die imposante nördliche Steilwand, die dem Hauptkamm das Gepräge der Unzugänglichkeit von Norden aufdrückt. Die ganze Heimgartenscholle ist von einem ganzen Schwarm von Blattverschiebungen, die dem erwähnten diagonalen System angehören, durchzogen; es ist zwar nur eine einzige dieser Blattverschiebungen sicher zu konstatieren gewesen, da sie zufällig durch einen in der Verwerfungsspalte tief eingefressenen Wasserlauf günstig aufgeschlossen ist; die Stelle befindet sich im oberen Teil der Erzlaine. Daß aber diese Blattverschiebung nicht die einzige geblieben sein kann, sondern daß eine ganze Reihe solcher die Scholle durchsetzen muß, lehrt allein schon ein kurzer Blick auf die Fallzeichen der Schichten; am ganzen Grat vom Buchrain bis zum Heimgarten findet sich ein Streichen der Schichten mit nordwest-südöstlicher Richtung; wenn also etwa bei P. 1457 (östlich vom Buchrain) auf dem Grat die Schichtköpfe der obersten Plattenkalke ausstreichen, so müßten längstens bei P. 1533 (westlich vom Raueck) des fast genau von Ost nach West ziehenden Grates bereits die Schichtköpfe des liegenden Hauptdolomites zum Vorschein kommen. Letzteres ist aber nicht der Fall, sondern auf dem ganzen Grat bis weit über das Raueck hinaus und insbesondere wieder auf dem beinahe genau in östlicher Richtung vom Buchrain gelegenen Heimgartengipfel streichen die Plattenkalke aus. Diese Erscheinung ist nur durch die Annahme von zahlreichen südwest-nordöstlich streichenden Blattverschiebungen zu erklären. Ich habe einige dieser hypothetischen Verschiebungsspalten auf der tektonischen Karte angedeutet. Zu gewaltiger Wirkung gelangte die diese Blattverschiebungen verursachende Kraft im östlichsten Teile der Scholle; hier schnitt sie die östlichste Partie ab und schob sie um ein gewaltiges Stück nach Nordosten hinaus; dadurch gelangte der südliche, bereits am Heimgarten aus der kolorierten Karte ausgetretene Flügel der Mulde wieder in unsere Karte und in unmittelbare Nähe des Nordflügels. Die Verwerfungslinie, an der dieser Schub erfolgte, läßt sich sehr genau verfolgen; sie beginnt zwischen Martinskopf und Fahrenbergkopf (die Herzogstandhäuser erheben sich auf ihr), zieht quer durch den Talkessel zum Schlehdorfer Alpel, streicht, indem sie ihren Kurs um einige Grade nach Süden ändert, über den Nordabhang des Rauchkopfes in die Tiefe des Hammersbaches, nimmt sodann ihre ursprüngliche Richtung wieder auf und geht zuerst am Reitweg entlang, später, ihn kreuzend, in den Wasserlauf südlich des Lausbergkopfes und zum Kesselberg.

Außer diesen großen Verwerfungen des longitudinalen und diagonalen Systems die in Bezug auf den allgemeinen Bau und Verlauf der Scholle große Wichtigkeit besitzen, findet sich noch eine Menge longitudinaler Störungslinien zweiten Grades, die nur für das innere Gefüge der Scholle Bedeutung haben. Sie sind durch die intensive interne Fältelung, die die Schichten der großen Mulde durch die Gebirgsbildung erfahren haben, veranlaßt, und an ihnen haben dann lokale Einstürze und Schichtenstörungen stattgefunden (siehe Profil Nr. 3 und Nr. 4, am Südabhang des Hauptkammes). Wie stark manchmal diese lokalen Schichtenstörungen im Innern der Mulde sein können, ersieht man aus den beiden Profilen Nr. 6 und Nr. 7. Profil Nr. 7 zeigt den Verlauf der vielfach gewundenen Schichten, wie man sie an der durch einen großen Staffelbruch entstandenen Steilwand der Pfaffenwände offen zutage gehen sieht. Profil Nr. 6 zeigt einen ganz ähnlichen Aufschluß am östlichen Ende der Heimgartenscholle, nämlich die Steilwand der Reißenwand.

Verwerfungen des transversalen Spaltensystems kommen am westlichen und östlichen Ende der Heimgartenscholle zur Geltung, indem an ihnen die äußersten Teile der Scholle an Staffelbrüchen zur Tiefe sanken und dadurch Anteil an der Bildung des Loisachtales und der Walchenseesenke bekamen. Verfolgt man den Weg von Ohlstadt auf die Wankalpe, so gelangt man am Buchrain auf der 1200 m-Kurve aus dem Hauptdolomit in die Kössener Mergel, in denen man bis zur 1300 m-Kurve aufwärts steigt, um dann plötzlich wieder in den Hauptdolomit, sodann in die Plattenkalke und schließlich wieder in die Kössener Schichten zu gelangen; es setzt also ungefähr auf der 1300 m-Kurve ein transversaler Bruch durchs Gebirge, an dem der westliche Flügel abgesunken ist; der Höhenunterschied zwischen der Sohle der unteren Kössener Partie und dem der oberen beträgt ca. 150 m; die Sprunghöhe des Staffelbruches beträgt also dementsprechend ca. 150—160 m. Einen viel höheren Betrag erreicht die Sprunghöhe des an den Pfaffenwänden zur Tiefe setzenden Bruches; an ihm sank der westliche Flügel um ca. 300—400 m ab und bildet jetzt den an den Fuß der Pfaffenwände angelagerten Heuberg. An der Zusammensetzung dieser Bruchscholle des Heuberges hat — wie ich gleich hier bemerken möchte — auch die Röthelsteinscholle einen kleinen Anteil. Ich zählte diese Staffelbrüche zum transversalen Spaltensystem; für den oberen Bruch am Buchrain ist diese Zugehörigkeit zum transversalen System außer Zweifel; weniger sicher scheint es, ob man den unteren Bruch als transversale Verwerfung ansprechen darf; meiner Überzeugung nach gehört er sicher zum transversalen System. Wenn auch vielleicht an dieser Stelle das Gebirge durch den Diagonalschub stark zerrüttet wurde und dadurch die Bedingungen zu einem leichteren Ablösen der Bruchscholle geschaffen wurden, so ist das Absinken selbst doch kein Produkt des Diagonalschubes. Das Absinken von Staffeln sowohl wie der Einbruch des Eschenlohe-Murnauer Beckens ist vielmehr durch die innere Beschaffenheit dieses Teiles der Erdkruste verursacht worden; diese innere Beschaffenheit ist also letzten Endes vielleicht auch die Ursache gewesen, daß gerade hier der Diagonalschub zur Geltung kommen konnte. Aus demselben Grunde kann ich mich nicht dazu entschließen, den am Ostende der Heimgartenscholle niedersetzenden Bruch als Diagonalbruch anzusehen, obwohl er sich mit dem oben besprochenen großen Diagonalbruch sogar vereinigt. Die Sprunghöhe dieses Staffelbruches beträgt ca. 300—400 m, um welchen Betrag der östliche Flügel abgesunken ist.

2. Ich komme zur Besprechung der Kreidescholle. Wie oben schon erwähnt, teile ich die Kreidescholle in zwei Unterabteilungen:

a) Röthelsteinscholle,

b) Simmersberg-Schmalwinkelscholle.

Ich begründete diese Unterabteilungen damit, daß in der südlichen (Röthelstein-)Scholle die Juraschichten in viel höherem Niveau liegen als in der Simmersberg-Schmalwinkelscholle, daß also zwischen beiden Schollen eine Longitudinalverwerfung durchzieht, an der die nördliche Scholle abgesunken ist. Während nun diese Verwerfung und die Abgrenzung der beiden Schollen im Osten und im Zentrum der Kreidescholle sichtbar nachzuweisen ist, ist das im Westen ganz und gar nicht der Fall. Es zieht wahrscheinlich zwischen Röthelstein und Simmersberg eine große Transversalverwerfung durch, an der der westliche Teil der Kreidescholle abgesunken ist. Es ist nun in diesem westlichen Teil der Kreidescholle unmöglich, die im vorhergehenden besprochene Verwerfung und Trennungslinie

der Glieder der Hauptscholle auch hier aufzufinden, da einerseits das mächtige Diluvium einen Einblick vollständig verwehrt, andrerseits in der cenomanen Dolomitbreccie zwar eine Reihe von Verwerfungen darin sichtbar sind, aber auf große Entfernungen sich nicht verbinden lassen. Es bleibt also völlig der Vermutung anheimgegeben, an welcher Stelle der westlichen Kreidescholle man die Trennungslinie der beiden Teile annehmen will. Meiner persönlichen Überzeugung nach dürfte die Verwerfung und Trennungslinie auf dem Kamm des Illings oder unmittelbar südlich davon durchstreichen, so daß die Nordflanke des Illings der Simmersbergscholle, die Südflanke der Röthelsteinscholle zugehören dürfte. Ich bespreche jede dieser beiden Unterabteilungen der Kreidescholle gesondert.

a) Die Röthelsteinscholle enthält (abgesehen von der Wettersteinmulde) zwei Mulden, eine große und eine kleine, die westlich des Käserbergs zu einer verschmelzen. Die Röthelsteinscholle zeigt bereits einen viel verwickelteren Bau als die Heimgartenscholle. Am Aufbau jener Scholle beteiligen sich Trias, darunter vor allem Hauptdolomit, der die äußeren Glieder der Muldenflügel bildet, sodann das Rhät und die Liasschichten, welch letztere den Kern der stark zusammengefalteten und ein wenig nach Süden überkippten Hauptmulde bilden. Dazu kommt noch in ausgedehntem Maße das Cenoman, das sich diskordant auf den schon damals gestörten eben genannten Schichten absetzte. Zu dieser Hauptmulde gesellen sich noch zwei kleinere Mulden von geringerer Bedeutung; die eine findet sich an der Nordflanke des Rauteckkopfes; hier ist eine kleine Kössener Partie und das Cenoman in den Hauptdolomit eingefaltet; diese Mulde vereinigt sich, wie schon erwähnt, weiter im Westen mit der Hauptmulde. Die andere wichtigere Mulde liegt im nordöstlichen Teil der Scholle „Am Stein"; hier ist nämlich der in der übrigen Scholle nicht vertretene Wettersteinkalk zu einer nach Süden überkippten Mulde zusammengefaltet. Diese Wettersteinmulde grenzt mittels einer Verwerfung an die eigentliche Hauptmulde der Scholle an und bildet streng genommen eine eigene Scholle für sich; da sie aber mit der Röthelsteinscholle in enger Fühlung steht und Teile von ihr auch weiterhin bis zum Kesselberg in Fühlung bleiben, habe ich sie der Röthelsteinscholle angegliedert. Für den inneren Aufbau der Röthelsteinscholle sind einige die Scholle durchziehende Verwerfungen von großer Bedeutung. Vor allem die erwähnte Transversalspalte zwischen Röthelstein und Illing; sie schneidet höchst wahrscheinlich die ganze Scholle quer durch. Der westliche Teil der Röthelsteinscholle ist an ihr abgesunken und zwar — wie ich vermute — ungleichmäßig, im Westen tiefer als im Osten.

Die älteren Formationsglieder des südlichen Muldenflügels streichen am Nordhange des Buchrains zutage; sie sollten also eigentlich steil nach Norden einfallen, wie es die Cenomanschichten auch tatsächlich tun; dies ist nun allerdings nicht der Fall, denn sie liegen beinahe söhlig. Meiner Meinung nach darf man diesem Umstande aber keine so große Bedeutung beimessen, da diese abweichende Lagerung durch lokale Störungen verursacht sein kann.

Die älteren Gebirgsglieder des nördlichen Muldenflügels, sowie die die Grenzlinie zwischen dieser und der Simmersbergscholle bildende Verwerfung sind leider nicht zu sehen. Meiner Vermutung nach besteht der Untergrund des großen und kleinen Illingsteins höchstwahrscheinlich aus Hauptdolomit, da die ihn überlagernden und einhüllenden Cenomanschichten hier fast nur aus Dolomitbreccien zusammengesetzt sind. Diese Hauptdolomitmasse könnte also als der nördlichste

Teil des Nordflügels der Scholle aufgefaßt und als ein Äquivalent der Hauptdolomitmasse auf der Nordflanke des Röthelsteins angesehen werden.

Der mittlere Teil der Röthelsteinscholle, den Rauteckkamm inbegriffen, hat nur geringfügige Störungen erlitten und zeigt in ausgesprochener Weise den Bau der Mulde. Die Mulde ist stark zusammengefaltet und nach Süden schwach überkippt, so daß sämtliche Schichten der Mulde ost-westliches Streichen und nördliches Fallen zeigen. Die äußersten Glieder der Muldenflügel werden von Hauptdolomitschichten gebildet; in dem südlichen Hauptdolomit am Rauteckkopf ist — wie schon erwähnt — eine kleine Partie Kössener und die Kreide eingefaltet. Sodann folgen nach innen zu Kössener Schichten, die am Nordflügel infolge kleinerer Störungen ausgefallen sind. Nach den Kössener Schichten kommen dann die Lias-Kieselkalke (Spongienschichten) resp. Lias-Hierlatzkalke, die am Röthelstein an den Stellen, wo die Kössener fehlen, direkt am Hauptdolomit lagern. Der Kern der Mulde wird am Rauteckkopf von den Lias-Fleckenmergeln gebildet, weiter westlich dann von Cenoman.

Im östlichen Teil der Röthelsteinscholle tritt zu der Hauptmulde die bereits erwähnte Wettersteinkalkmulde hinzu. Der nördliche und ein Stück des südlichen Teils der Scholle ist in toto eingesunken, während der aus Hauptdolomit bestehende Anteil des Südflügels von diesem Einbruch nicht betroffen wurde, mit Ausnahme zweier Partien am rechten Ufer des Jochbaches, wo infolge des Einbruches die Plattenkalke erhalten geblieben sind. Der östlichste Teil dieses Südflügels ist von da an, wo der Jochbach aus der Ost-West- in die Nord-Süd-Richtung umbiegt, von dem Diagonalschub erfaßt und nach Nord-Osten hinausgeschoben worden; den nördlichsten Teil dieser Diagonalspalte gelang es mir festzustellen; ihren weiteren südlichen Verlauf jedoch konnte ich infolge mangelnder Aufschlüsse nicht verfolgen.

Der Einbruch der Hauptmulde beginnt an einer zwischen Rauteck einerseits und Mitter-Eck-Roßkopf andrerseits verlaufenden Transversalspalte. Den Hauptanteil an dem Aufbau des eingebrochenen Teiles haben vor allem die rhätischen Ablagerungen; Hauptdolomit findet sich nur in einem Streifen und bildet das äußerste Glied des nördlichen Muldenflügels; er grenzt mittels einer longitudinalen Verwerfung an die Wettersteinkalkscholle an. Im westlichen Teile der Muldenaxe finden sich noch Lias-Kieselkalke. Die Mulde ist von mehreren longitudinalen und transversalen Verwerfungen durchsetzt, die aber für den allgemeinen Aufbau keine größere Bedeutung besitzen.

Ich komme nun zur Beschreibung der

b) Simmersberg-Schmalwinkelscholle. Es ist die am meisten gestörte und am verwickeltsten gebaute Scholle. Sie wird, wie die Röthelsteinscholle, durch die große Transversalspalte in zwei ungleich große Hälften geteilt, die in Bau und Zusammensetzung voneinander sehr verschieden sind, so daß es fast gerechtfertigt wäre, sie als zwei voneinander unabhängige Schollen zu behandeln. Am Aufbau der Simmersbergscholle nehmen Juraschichten ganz hervorragenden Anteil, und zwar im südlichen Teile der Scholle hauptsächlich Lias-Algäuschiefer, im nördlichen Teil die Aptychenschichten; dazu kommt noch Hauptdolomit, der mitten aus den Juraschichten zutage geht; ganz geringe Bedeutung besitzen einige kleine, eben noch unter der Kreide hervorlugende Partien von rhätischem Kalk am Südrande der Scholle. Die Fleckenmergelschichten sind durch die gebirgsbildenden Kräfte in stehende Falten zusammengepreßt, wobei im südlichen Teile noch ein schmaler

Streifen Aptychenschichten mit eingefaltet wurde. Die Aptychenschichten sind im Anschluß an die Fleckenmergel ebenfalls stark gefaltet, müssen aber nach der Faltung durch Überschiebung auf einer ca. 30° nach Süden geneigten Fläche auf den Hauptdolomit gekommen sein, wobei der nördliche Teil vor dem Hauptdolomitkeil nachträglich abgesunken sein dürfte; daher kommt die eigentümliche Schichtenfolge, wenn man z. B. in den großen Tobel der Wetzsteinlaine eindringt: man quert zuerst senkrecht stehende Hornstein- und Aptychenschichten, kommt dann plötzlich an eine aus Hauptdolomit bestehende Steilwand, über die ein Wasserfall herabstürzt; hoch oben sieht man dann die südliche Fortsetzung der Aptychenschichten auf dem Hauptdolomit gelagert.

Außer dieser longitudinalen Verwerfung und der Überschiebungslinie kommen noch einige transversale Spalten vor, an denen die Aptychenschichten partienweise blattartig nach Norden vorgeschoben sind.

Leider ist ein großer Teil der Simmersbergscholle von Gletscherablagerungen verdeckt, darunter auch der so wichtige Anschluß an die östliche Schmalwinkelscholle. Letztere erinnert noch einigermaßen an den Muldenbau, indem man in ihr den Nordflügel einer Mulde sich vorstellen kann. An dem Aufbau dieser Scholle nehmen teil: im Norden die Raibler Rauhwacken, sodann Hauptdolomit, Kössener Schichten, die aber im östlichsten Teile der Scholle fehlen, Lias-Fleckenmergel und Aptychenschichten; letztere würden dann den Muldenkern bilden. Wenn auch die Aufeinanderfolge dieser Formationsglieder konkordant ist, so grenzen sie doch nur mittels longitudinaler Verwerfungen aneinander, insbesondere im östlichsten Teil der Scholle; so ist z. B. das Einfallen des Hauptdolomits zu dem der Raibler Dolomite diskordant; dies erklärt auch das Fehlen der Kössener Schichten am Schmalwinkel. Die Grenze zwischen Schmalwinkelscholle und Röthelsteinscholle ist ein von starken Störungen betroffener Gebietsstreifen, der durch eine Reihe von Verwerfungen durchzogen ist; schmale Fetzen von Raiblerschichten, Wettersteinkalk, Rhätkalk, Fleckenmergel und Aptychenschichten lagern da entlang der Haselrießlaine bunt durcheinander. Die Aufhellung dieser komplizierten Bruchlinie wird noch dadurch erschwert, daß mächtige Moränenmassen die Anschlüsse an die Schmalwinkelscholle zum Teil verdecken.

3. Was die Flyschscholle betrifft, so habe ich bereits zu Beginn dieses Abschnittes darauf hingewiesen, daß die Flyschscholle an keiner Stelle eine normale Anlagerung an die südlich von ihr gelegenen Gebirgsglieder aufweist, sondern daß sie mittels einer Verwerfungslinie von der Simmersberg-Schmalwinkelscholle getrennt ist. Am Aufbau der Flyschscholle haben nur die Flyschschichten und das Quartär Anteil; letzteres bedeckt in Form von mächtigen diluvialen Schottern in ausgedehntem Maße besonders den zentralen und nördlichen Teil der Scholle, so daß es unmöglich war, den Anschluß der Scholle an die Molasseschichten aufzufinden.

Der Bau der Scholle ist ein äußerst einfacher; die Schichten des Flysches sind in eine ganze Reihe von stehenden Falten gelegt, die ein klein wenig nach Norden übergekippt sind; man findet durchwegs ein ost-westliches Streichen mit sehr steilem Fallen nach Süden. Die Flyschscholle taucht im Osten unter das Kochelseemoos, im Westen unter das Murnauer Moos; sie dokumentiert ihre Anwesenheit nur durch kleine über das Niveau des Mooses hervorragende Gipfel, wie z. B. die Murnauer Kögel und der Schloßberg von Schlehdorf; die Flyschschichten des letzteren waren anläßlich des Wasserleitungsbaues schön aufge-

schlossen; sie zeigen wie die der Scholle selbst ost-westliches Streichen, aber etwas weniger steiles (ca. 50°) Fallen nach Süden. Interessant ist, daß die jenseits des Kochelsees wieder auftauchende Fortsetzung der Flyschscholle am Dessauer Schlößchen genau in östlicher Richtung liegt, also von dem Diagonalschub gänzlich unberührt blieb. Ebenso ist das Gips- und Rauhwackenvorkommnis bei Kochel meiner Überzeugung nach die Fortsetzung des Raiblerzuges der Schmalwinkelscholle. Erst östlich des Gipsbruchs streicht höchstwahrscheinlich die erste Diagonalspalte durch, an der dann die östlichen Gebirgsglieder nach Nordosten verschoben sind. Diese Verhältnisse müssen durch eine zukünftige Kartierung des Benediktengebirges ihre genaue Aufklärung finden. Schließlich möge noch das isolierte Vorkommen der roten Jura-(Transversarius-)Kalke nordöstlich von Großweil mit ein paar Worten Erwähnung finden. Das Vorkommen ist gänzlich isoliert in der Kochelseeniederung, ca. 700—800 m von den nächsten Gebirgsgliedern der Flyschscholle entfernt. Da, wie gesagt, die Flyschscholle unter der Niederung fortstreicht, so liegt dieser Jurakalk eigentlich mitten in der Flyschscholle. Da jedoch rings um diesen Jarafetzen alle Anschlüsse an andere Gebirgsglieder durch die Schottermassen verdeckt sind, läßt sich dieses rätselhafte Vorkommen nicht weiter erklären.

4. Anhang zur Tektonik.

Ich möchte hier die durch tektonische Störungen unmittelbar verursachten Veränderungen der Gesteine besprechen. Jede Dislokation wird, abgesehen von der rein örtlichen Verschiebung der betroffenen Teile, auch eine mechanische Veränderung der Gesteine der Dislokationsfläche hervorbringen, sei es nun in Form von Striemen oder Harnischen, oder in Form von Breccien. Leider sind gerade die Verwerfungsklüfte nur in seltenen Fällen zur unmittelbaren Beobachtung aufgeschlossen. Da ist es denn nun sehr bemerkenswert, daß an allen Punkten, an denen Harnische direkt an Verwerfungsklüften untersucht werden können, die Striemen niemals senkrecht oder steil verlaufen, sondern stets eine sehr geringe Neigung zum Horizont aufweisen. So ist z. B. an der Ostseite von „Am Stein“ in ca. 720 m Höhe unweit der Verwerfung zwischen Rhät und Hauptdolomit in den rhätischen Kalken eine N 40° W streichende, senkrechte Verwerfungskluft aufgeschlossen, an der die Striemen vollkommen horizontal verlaufen. In 1270 m Höhe, im Hauptdolomit unweit der Herzogstandnordwand und in nächster Nähe der großen Longitudinalspalte, haben die Striemen an der O—W streichenden, 65° N fallenden Kluft eine Neigung von 18° W. Im Hauptdolomit der Kesselbergstraße, also im Gebiet der Diagonalspalten, konnte ich ebenfalls an zwei Stellen beinahe horizontale Striemen konstatieren. Die eine Stelle liegt in der Kehre zwischen den beiden Kreuzungspunkten der alten und neuen Kesselbergstraße; die Rutschfläche streicht N 30° O, besitzt eine Neigung von 80° SO, die Striemen sind 20° N geneigt. Die andere Stelle befindet sich an dem nach Urfeld sich senkenden Teile der Kesselbergstrasse; die Rutschfläche streicht O—W, steht senkrecht, die Striemen sind 20° W geneigt.

Großes Interesse bieten auch die Verwerfungsbreccien. An dem vom Heimgarten nordwärts herabziehenden Grate findet man auf 1610 m Höhe ein wahres Chaos von Gesteinstrümmern: Hauptdolomit, Fleckenmergel, Jura-Aptychenschichten, Kreidegesteine, alles furchtbar zerbrochen und zum Teil wieder zu einer grobkörnigen Breccie verkittet. Es zieht hier nämlich die große Longitudinalspalte

durch; in diese wurden bei ihrer Bildung ganz heterogene Gesteinstrümmer mit hineingequetscht und zu einer Breccie zermalmt; insbesondere möchte ich auf die Bruchstücke von Aptychenschichten hinweisen, die deshalb ein ganz besonderes Interesse beanspruchen, weil weder in der Heimgartenscholle noch im südlichen Teil der Kreidescholle die Jura-Aptychenschichten vertreten sind.

Ein weiteres sehr interessantes Vorkommen eines tektonischen Zerstörungsproduktes findet sich an der im Simmersberg-Tobel aufgeschlossenen Überschiebungsfläche. Hier lagern zwischen den überschobenen Jura-Aptychenschichten und dem Hauptdolomit außerordentlich zerdrückte Gesteinstrümmer der Fleckenmergel-Schichten, die offenbar während der Überschiebung eingeklemmt und durch die Schubbewegung geknetet wurden; es liegen größere rundliche Knollen festeren Mergelkalkes in einer weichen mergeligen Masse, die von den zerdrückten weicheren Mergellagen herstammt. Prof. Rothpletz fand beim Besuch dieser interessanten Stelle den Abdruck eines oberliasischen Harpoceraten, den ich dann als *Harpoceras* cf. *radians depressus* Quenst. bestimmte.

Am Joch, und zwar da, wo der Pionierweg den Wettersteinkalkzug kreuzt, ist ein an der Verwerfung mitgeschleppter Fetzen von Raiblerkalk und Mergel, nebst einem Stück Hauptdolomit neuerdings aufgeschlossen worden. Unmittelbar an diesen Raibler Schichten stehen dann die Lias-Fleckenmergel an.

5. Beziehungen zwischen geologischem Bau und Orographie, sowie die Ursachen für die Entstehung des Walchensees und des Kochelsees.

Die heutige Oberflächengestaltung unseres Gebietes ist in ihrem Grundplan ganz und gar ein Produkt des geologischen Aufbaues und wäre ohne Kenntnis des letzteren nicht zu verstehen. Höhen und Täler sind durch den geologischen Bau vorgezeichnet und haben durch Erosion und Gletscherwirkung nur die feinere Ziselierung erhalten. Von der Richtigkeit dieses Satzes überzeugt ein Blick auf die Karte; die hauptsächlichsten Täler verlaufen entweder an den Grenzen der Schollen oder an sonstigen wichtigen Verwerfungslinien; daß dann in dem tektonischen Tal die weicheren Schichten vom Wasser mehr zerstört wurden und der Wasserlauf sich dadurch sein individuelles, von der tektonischen Linie mehr oder minder abweichendes Bett schuf, das ist selbstverständlich.

Es kommen natürlich auch reine Erosionstäler vor; sie beschränken sich in unserem Gebiet auf die Heimgartenscholle und haben dort an dem steilen Hauptkamme ein günstiges Entwicklungsfeld gefunden. Aber daß Erosion und Gletscherwirkung eine derartige Wirkung besäßen, daß sie Täler wie das Loisachtal, oder Seen wie Kochel- und Walchensee schüfen, ist meiner innersten Überzeugung nach vollständig ausgeschlossen. Wer durch eingehende Forschungen und Untersuchungen in den geologischen Bau einer Voralpengegend eingedrungen ist, dem drängt sich angesichts der handgreiflichen Beweise mit zwingender Gewalt die Überzeugung auf, daß die Hypothese von der riesigen morphologischen Gestaltungskraft der Wasser- und Glacialerosion[1], wie sie z. B. Penck vertritt, in unserem Gebiete keine Stütze findet. Das Relief unseres Gebietes ist ganz und gar der Ausdruck seines geologischen Baues, die Gletschererosion gab ihm nur die letzte Politur. Das Loisachtal ist, soweit es für unser Gebiet in Betracht kommt, nicht ein durch Gletscher übertieftes Tal, wie Penck[1]) meint, sondern ein durch Staffel-

[1]) Penck, Die Vergletscherung der deutschen Alpen, pag. 192.

brüche begrenztes Einbruchstal. Ebensowenig sind Walchen- und Kochelsee Erosionsseen. Beide sind durch tektonische Vorgänge entstanden, die „auch entstanden wären, wenn es gar keine Erosion gäbe".[1])

Was ich weiter oben bei der Besprechung der Loisachtalstaffelbrüche über den wenig wahrscheinlichen Zusammenhang von Einbruch und Diagonalschub sagte, gilt auch für die Bildung der Kochelseesenke. Verursacht wurde die Bildung des Einbruches dadurch, daß diese Stelle der Erdkruste schwächer war als die nachbarlichen Gebiete. Der Einsturzvorgang selbst kann natürlich gleichzeitig mit dem Diagonalschub vor sich gegangen sein, ohne mit ihm aber weiteren Zusammenhang zu haben als eben den der unmittelbaren Nachbarschaft.

Schließlich möchte ich noch einige Worte über die Bildung des Karpfsees sagen. Es ist unzweifelhaft, daß die Entstehung des Karpfsees eng mit den quaternären Ablagerungen zusammenhängt. Eine befriedigende Lösung dieser Frage wird erst durch ein genaues Studium der diluvialen Ablagerungen möglich werden. Ich beschränke mich daher jetzt nur darauf, zu bemerken, daß der Karpfsee höchst wahrscheinlich ein durch das ausgedehnte Delta des (präglacialen?) Loisachlaufes abgeschnittener Teil des ehemaligen Kochel- resp. Benediktbeurersees ist.

6. Erläuterung der Profile.

Profil Nr. 1. Gesamtprofil. Von den nördlichen Ausläufern des Brombergs über Schmalwinkel, Rauteck, Rauteckkopf auf den Grat zwischen Herzogstand und Heimgarten. 1 : 25000.

Profil Nr. 2. Gesamtprofil. Von der Herrnbergleiten über Hirschberg, Thorsäulen-Röthelstein, Käserberg und Heimgarten zur Ohlstädter Alpe. 1 : 25000.

Profil Nr. 3. Gesamtprofil. Vom Ramling über Simmersberg, Großer Illing, Rau-Eck zum Ohlstädter Theilberg. 1 : 25000.

Profil Nr. 4. Gesamtprofil. Vom Alster Moos über die Wetzsteinbrüche, Kleiner Illing, Wank zum Ölgraben. 1 : 25000.

Profil Nr. 5. Detailprofil des östlichen Teils der Röthelsteinscholle. 1 : 10000.

Profil Nr. 6. Detailprofil an der Reißenwand. 1 : 10000.

Profil Nr. 7. Detailprofil an den Pfaffenwänden. 1 : 10000.

[1]) Rothpletz, Querschnitt durch die Ostalpen, pag. 118.

Literaturverzeichnis.

v. Ammon, L., Geognostische Beobachtungen aus den bayerischen Alpen. Geognost. Jahreshefte, 7. Jahrg. 1894.

Benecke, E. W., Trias und Jura in den Südalpen. Beneckes Beiträge I. München 1866.

Bittner, A., Brachiopoden der alpinen Trias. Abh. d. K. K. geol. R.-A. Bd. XIV. Wien 1890.

Böse, E., Die mittelliasische Brachiopodenfauna der östlichen Nordalpen. Palaeontographica Bd. 44.

— Die Fauna der liasischen Brachiopodenschichten bei Hindelang. Jahrb. d. K. K. geol. R.-A. Bd. 42, Heft 4. Wien 1892.

— Geologische Monographie der Hohenschwangauer Alpen. Geognost. Jahreshefte, 6. Jahrg. 1893.

— Über liasische und mitteljurassische Fleckenmergel i. d. bayer. Alpen. Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd. 46. Berlin 1894.

v. Dittmar, A., Die Contortazone. München 1864.

Dumortier, E., Études paléontologiques sur les dépots jurassiques du bassin du Rhone. Paris 1864—1874.

Emmrich, H., Geognostische Beobachtungen aus den östlichen bayerischen und angrenzenden österreichischen Alpen. Jahrb. d. K. K. geol. R.-A. 4. Jahrg, Heft I u. II. Wien 1853.

Escher v. d. Linth, Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. N. Denkschr. d. Schweiz. Naturforsch. Ges. 1853.

Fraas E., Szenerie der Alpen. Leipzig 1892.

Fucini A., Ammoniti, del Lias medio dell' Apennino centrale esistente nel Museo di Pisa. Estratto dalla Palaeontographia Italica Vol. V. VI. Pisa 1899—1900.

Gemellaro, G., Sui fossili degli strati a Terebratula Aspasia della Contrada Rocche Presso Galati. Palermo 1884.

— Sopra taluni Harpoceratidi del Lias superiore dei Dintorni di Taormina. Palermo 1885.

Geyer, G., Über die liasischen Cephalopoden des Hierlatz bei Hallstadt. Abh. d. K. K. geol. R.-A. Bd. XII. Wien 1886.

— Über die liasischen Brachiopoden des Hierlatz bei Hallstadt. Abh. d. K. K. geol. R.-A. Bd. XV, Heft I. Wien 1889.

— Die mittelliasische Cephalopodenfauna des Hinterschafberges in Oberösterreich. Abh. d. K. K. geol. R.-A. Heft IV. Wien 1893.

Goldfuss, A., Petrefacta Germaniae. Düsseldorf 1826—33.

v. Gümbel, K. W., Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. Gotha 1861.

— Geologie von Bayern. Bd. II. Kassel 1894.

v. Hauer, F., Beiträge zur Kenntnis der Heterophyllen in den österreichischen Alpen. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. d. math.-nat. Kl. Wien 1854.

— Über die Cephalopoden aus dem Lias der nordöstlichen Alpen. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. d. math.-nat. Kl. Wien 1856.

Haug, E., Beiträge zu einer Monographie der Ammonitengattung Harpoceras. N. Jahrb. f. Min. 1885. Beilage-Bd. III.

Hug, O., Beitrag zur Kenntnis der Lias- und Dogger-Ammoniten aus der Zone der Freiburger Alpen. Abhandl. d. schweiz. paläont. Gesellsch. Vol. XXV. 1. u. 2. 1898.

Hyatt, A., Genesis of the Arietidae. Washington 1889.

Koken, E., Die Leitfossilien. Leipzig 1896.

Meneghini, J., Nuovi fossili della Toscana. 1853.

— Monographie des Fossiles du calcaire rouge ammonitique (Lias supérieur) de Lombardie et de l'Apennin centrale. Appendice: Fossiles du Medolo. Stoppani, Paléont. Lemb. IV. 1867—81.

Münster, G., Beiträge zur Petrefaktenkunde. Bayreuth 1839.

Neumayr, M., Jurastudien. Jahrb. d. K. K. geol. R.-A. Bd. XXI. Wien 1871.

— Zur Kenntnis der Fauna des unteren Lias der Nordalpen. Abh. d. K. K. geol. R.-A. Bd. VII, Heft 5. Wien 1879.

Oppel, A., Der mittlere Lias Schwabens. Jahresber. d. Württemb. Nat. Ver. Jahrg. X. 1854.
— Die Juraformation. 1856—1858.
— Über die Brachiopoden des unteren Lias. Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd. 13. 1861.
Oppel, A. u. Suess, E., Über die mutmaßlichen Äquivalente der Kössener Schichten in Schwaben. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. d. math.-nat. Klasse Bd. XXI, Juliheft. 1856.
d'Orbigny, A., Paléontologie française. Terrains jurassiques. Paris 1842.
Parona, C. F. Revisione della Fauna Liasica die Gozzano in Piemonte. Mem. d. R. Academ. d. Scienze d. Torino. S. II. Bd. XLIII. Turin 1892.
Penck, A., Die Vergletscherung der deutschen Alpen. Leipzig 1882.
Penck, A. u. Brückner, E., Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1901.
Pompeckj, J. F., Beiträge zu einer Revision der Ammoniten des schwäbischen Jura. Lieferung I, II. Stuttgart 1893. 1896.
Portlock, J. E., Report on the Geology of Londonderry 1843.
Prinz, G., Die Fauna der älteren Jurabildungen im nordöstlichen Bakony. Mitteil. a. d. Jahrb. d. K. ung. geol. R.-A. Bd. XV, Heft I. Budapest 1904.
Quenstedt, F. A., Die Cephalopoden. Tübingen 1849.
— Handbuch der Petrefaktenkunde. Tübingen 1858.
— Der Jura. Tübingen 1858.
— Die Brachiopoden. Leipzig 1871.
— Die Ammoniten des schwäbischen Jura. Stuttgart 1885.
Rauff, H., Palaeospongiologie. Palaeontographica Bd. XL.
Reynès, P., Essai de geologie et de paléontologie Aveyronnaises. Paris 1868.
— Monographie des Ammonites. Paris 1879.
Rothpletz, A., Geologisch-Paläontologische Monographie der Vilser Alpen. Palaeontographica Bd. XXXIII.
— Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. Stuttgart 1894.
Schafhäutl, E., Geognostische Untersuchungen des südbayerischen Alpengebirges. 1851.
— Südbayerns Lethaea geognostica. Leipzig 1863.
Schloenbach, U., Beiträge zur Palaeontologie der Jura- und Kreideformation in Nordwestdeutschland. Palaeontographica XIII.
v. Schlotheim, E. F., Petrefactenkunde. 1820.
Söhle, U., Geologische Aufnahme des Labergebirges. Geognost. Jahreshefte, 9. Jahrg. 1896.
— Geologische Aufnahme des Ammergebirges. Geognost. Jahreshefte, 11. Jahrg. 1898.
Sowerby, J., Mineral Conchology of Great Britain. London 1812—46.
Stoppani, A., Geologie et Paléontologie des Couches à Avicula contorta en Lombardie. Paléont. Lombarde. Milan 1860—1865.
Suess, E., Über die Brachiopoden der Kössener Schichten. Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. Bd. VII. Wien 1854.
Vacek, M., Über die Fauna der Oolithe von Cap. S. Vigilio. Abh. d. K. K. geol. R.-A. Bd. XII, Wien.
Wähner, Fr., Das Sonnwendgebirge im Unter-Inntale. 1903.
Winkler, G., Die Schichten der Avicula contorta inner- und außerhalb der Alpen. München 1859.
Wright, Monograph on the Lias Ammonites of the British Islands. London 1878—85.
v. Zieten, H., Versteinerungen Württembergs. 1830.
v. Zittel, K. A., Die Cephalopoden der Stramberger Schichten. 1868.
— Paläontologische Notizen über Lias-, Jura- und Kreideschichten in den bayerischen und österreichischen Alpen. Jahrb. d. K. K. geol. R.-A. XVIII. Bd. 1868.
— Geologische Beobachtungen aus den Zentral-Apenninen. München 1869.
Zugmayer, H., Untersuchungen über rhätische Brachiopoden. Beitr. z. Paläont. Österreich-Ungarns. Bd. I. 1882.

Bemerkung zur geologischen Karte.

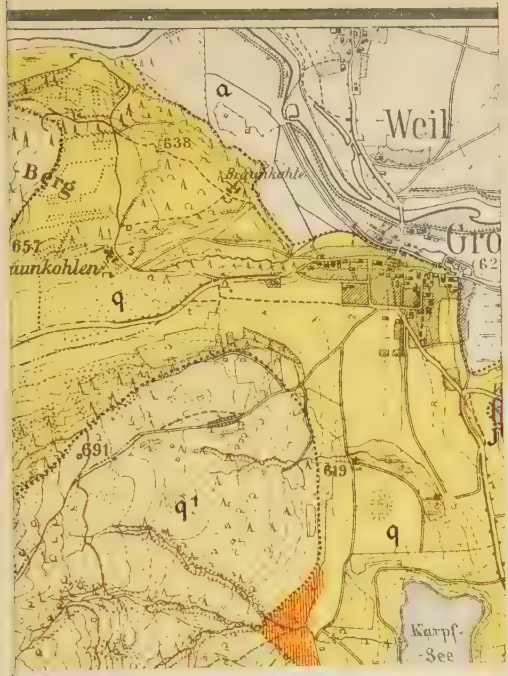
Die Beschreibung des zwischen der Loisach und der Staatsstrasse Ohlstadt—Schwaiganger—Großweil gelegenen Gebietes wird in einer Spezialarbeit über das Diluvium gegeben werden.

Inhalts-Übersicht.

	Seite
Einleitung	3
Zur Topographie	3—4
Zur Stratigraphie	4—27
A. Trias	4—10
1. Wettersteinkalk	4—5
2. Raibler Schichten	5
3. Hauptdolomit	5—6
4. Plattenkalk	6—7
5. Kössener Schichten	7—10
B. Jura	10—22
1. Lias	10—17
I. Kieselkalk	10—11
II. Hierlatzkalk	11—13
III. Algäu-Fleckenmergel	13—17
2. Dogger	17—18
3. Malm	18—22
I. Transversariusschichten	18—21
II. Aptychen- oder Wetzsteinschichten	21—22
C. Kreide	22—25
1. Cenoman	22—24
2. Gosauschichten (?)	24—25
D. Flysch	25
E. Quartär	26—27
1. Diluvium	26
2. Alluvium	26—27
Zur Faciesentwicklung	27—29
Zur Tektonik	29—39
1. Die Heimgartenscholle	31—33
2. Die Kreidescholle	33—36
a) Die Röthelsteinscholle	34—35
b) Die Simmersberg-Schmalwinkelscholle	35—36
3. Die Flyschscholle	36—37
4. Anhang zur Tektonik	37—38
5. Beziehungen zwischen geologischem Bau und Orographie, sowie die Ursachen für die Entstehung des Walchensees und des Kochelsees	38—39
6. Erläuterung der Profile	39
Literaturverzeichnis	40—41
Bemerkung zur geologischen Karte	41
Beilagen:	
1. Geologische Karte	
2. Eine Profiltafel	

Curriculum vitae.

Ich, Joseph Knauer, wurde am 6. April 1880 als Sohn des Rentiers Joseph Knauer in München geboren. Von meinem 6.—10. Jahre besuchte ich die Volksschule in München. Im Herbste des Jahres 1890 trat ich in das K. Ludwigsgymnasium in München ein, das ich im Juli des Jahres 1899 absolvierte. Im Herbste des Jahres 1899 bezog ich die K. Ludwigs-Maximilians-Universität. Leider wurde ich gezwungen, Jurisprudenz zu studieren, ein Fach, für das mir jegliches Interesse und jegliche Begeisterung fehlte. Erst im Herbste des Jahres 1902, nach Verlust dreier wertvoller Jahre, gelang es mir, das Studium der Naturwissenschaften zu beginnen. Meine Lehrer waren die Herren: v. Zittel, Rothpletz, Goebel, Hertwig, v. Groth, v. Baeyer, Röntgen, Pompeckj, Weinschenk, Maas, v. Stromer-Reichenbach, Broili, Goldschmidt.

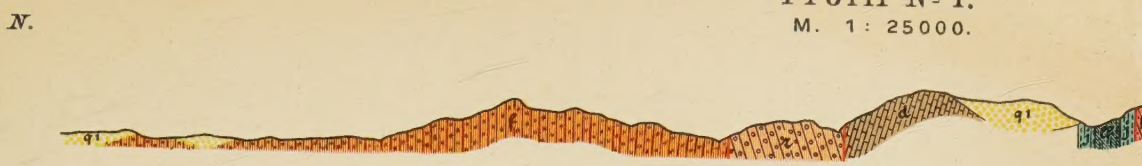

a
Weil
638
Berg
657
q
691
619
q¹
q
Karpf-
-See

PROFIL-T

(Farbenerklärung siehe Ge

Profil Nº 1.

M. 1 : 25000.



Profil Nº 2.

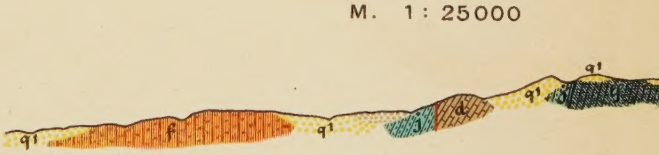
M. 1 : 25000.

Profil Nº 3.

M. 1 : 25000.

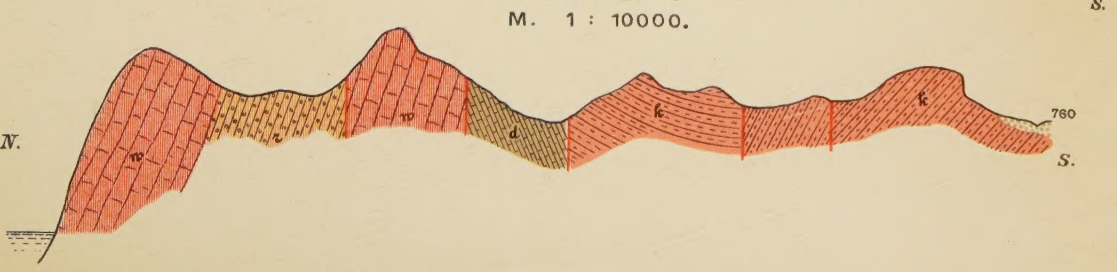
Profil Nº 4.

M. 1 : 25000



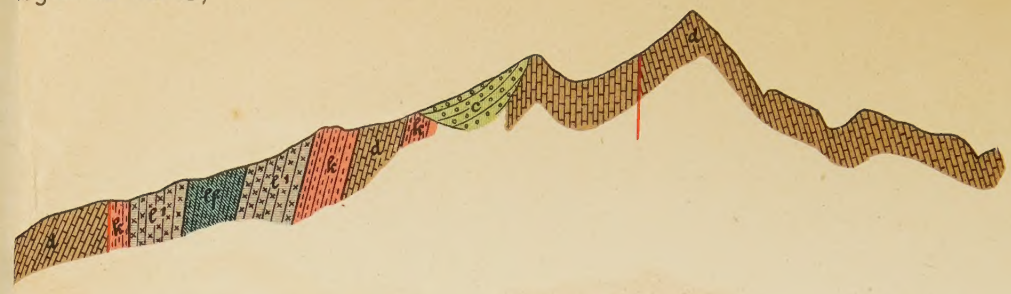
Profil Nº 5

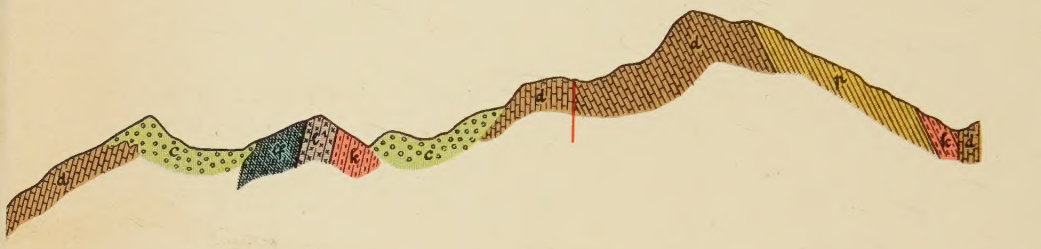
M. 1 : 10000.

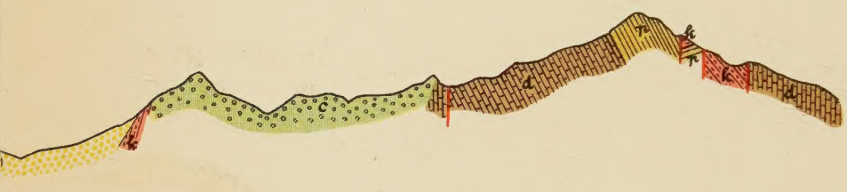


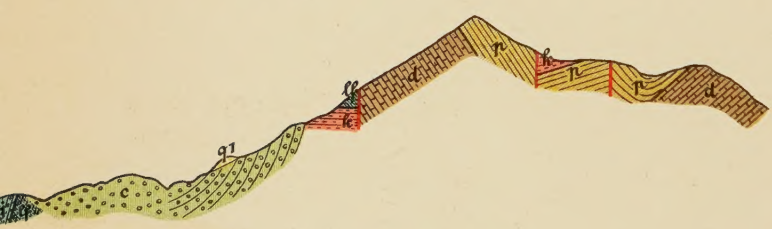
TAFEL.

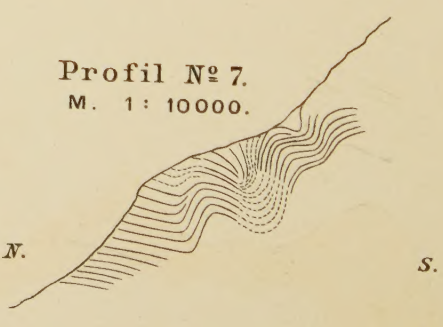
(Geologische Karte)









Profil №6.
M. 1 : 10000.

Profil №7.
M. 1 : 10000.